

# MARCHÉS ET EMPLOIS CONCOURANT À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DANS LE SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION

---

Situation 2018-2020  
Estimation préliminaire 2021  
Objectifs 2023

**RAPPORT FINAL**

## REMERCIEMENTS

Sarah MARQUET (ADEME ; Coordinatrice Bâtiment résidentiel)  
Nicolas PERAUDEAU (ADEME ; Coordinateur Énergies renouvelables et de récupération)  
Pierre TAILLANT (ADEME ; Coordinateur Transports terrestres)

Brice ARNAUD (ADEME), Sylvain BESSONNEAU (ADEME), Aurélie BICHOT (ADEME), Julien BOUZENOT (RUDOLOGIA), Astrid CARDONA MAESTRO (ADEME), Jean-François CERISE (AFPAC - UMGCCP), Régine CHEVALIER (DGEFP), François DEROCHÉ (AFPAC - DAIKIN), Nicolas DORÉ (ADEME), Bertrand-Olivier DUCREUX (ADEME), Alice FAUTRAD (ADEME), Lilian GENEY (ADEME), Anne GEORGELIN (SER), Vincent GUÉNARD (ADEME), Jules GUILBAUD (FEE), Mona GUITOU (AMORCE), Hadrien HAINAUT (I4CE), Laurianne HENRY (ADEME), Laurence JALUZOT (SDES), Arnaud KAUTZMANN (AFPAC - EDF), Thérèse KREITZ (ADEME), Valérie LAPLAGNE (UNICLIMA), Céline LARUELLE (ADEME), Étienne LATIMIER (ADEME), Maxime LEDEZ (I4CE), Sébastien LEFEUVRE (Observatoire BBC), Diane LESCOT (Observ'ER), Jean-Marc LÉVY (France Hydro Électricité), Michaël MACAIRE (ADEME), Arnaud MAINSANT (ADEME), Étienne MARX (ADEME), Céline MEHL (ADEME), Mathieu MONNIER (FEE), Thomas MONTAGNE (Vélo & Territoires), Jérôme MORVILLE (SER), Frédéric NAUROY (SDES), Ludivine OLIVE (EDF), Jean-Louis PASQUIER (SDES), Élodie PAYEN (CIBE), Guillaume PERRIN (FNCCR), Gérard POL GILI (Direction de Mission TERRE), Odile POULAIN (ADEME), Jérôme POYET (ADEME), Valérie RAULT (SDES), Élodie RICAUD (SDES), Virginie SCHMIDLÉ (AFPG), Laure SUNE (ADEME), Simon THOUIN (ADEME), Julien THUAL (ADEME), Élodie TRAUCHESSEC (ADEME), Yann TRÉMÉAC (ADEME), Florent TROCHU (ACR), Frédéric TUILLÉ (Observ'ER), Sonia TURKI (CEREN), Manon VITEL (ADEME), Amandine VOLARD (ADEME)

## CITATION DE CE RAPPORT

**ADEME, IN NUMERI. 2022.** Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération, Situation 2018-2020, Estimation préliminaire 2021, Objectifs 2023. 175 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

**Ce document est diffusé par l'ADEME.**

**ADEME**

20 Avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2021MA000360

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : IN NUMERI (Saghar SAÏDI, Laurence HAEUSLER, Juliette TALPIN)

Coordination technique - ADEME : Thomas GAUDIN

Direction/Service : Direction Exécutive Perspective et Recherche : DEPR

## RÉSUMÉ

Depuis 2008, l'étude de l'ADEME « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique » observe plus d'une trentaine de filières réparties en trois principaux secteurs : Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) ; Transports terrestres sobres en énergie et peu émetteurs ; Bâtiment résidentiel. Pour chaque filière, l'étude a pour objectif de suivre les marchés, ainsi que les emplois directs (en Équivalent Temps Plein - ETP) qui y sont associés en France.

Le présent rapport est consacré aux EnR&R et concerne 15 filières classées par les sous-secteurs suivants :

- Les filières de production d'électricité renouvelable : hydroélectricité, éolien terrestre, photovoltaïque ;
- Les filières de chaleur renouvelable pour les particuliers : appareils de chauffage au bois, solaire thermique, Pompes À Chaleur (PAC) aérothermiques et chauffe-eaux thermodynamiques, géothermie de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel (PAC géothermiques domestiques) ;
- Les filières de chaleur renouvelable collective : bois-énergie dans les secteurs collectif-tertiaire-industriel, réseaux de chaleur, Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM), géothermie (hors de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel) ;
- Les biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération (1G ~ conventionnels) de la filière essence (bioéthanol et bioessence) et de la filière gazole (biodiesel et biogazole) ;
- Le biogaz par méthanisation et issu des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND) ;
- Les réseaux électriques intelligents (Smart grids) ;
- Les Énergies Marines Renouvelables (EMR).

Ces filières font chacune l'objet d'une fiche, dont l'objectif est de mesurer le niveau d'activité générée sur le territoire national par le développement des EnR&R. L'activité est décomposée en cinq grands segments : fabrication des équipements (y compris pour l'exportation), vente des équipements, construction des unités de production et installation des équipements, montage des projets et études préalables, vente domestique d'énergie et exploitation-maintenance des équipements et des installations.

Dans ce rapport, les filières suivies sont présentées par sous-secteur et selon leur part de marché dans chaque sous-secteur en 2020 (par ordre décroissant).

Par ailleurs, une trajectoire d'évolution alignée aux objectifs des politiques publiques est estimée pour les marchés et les emplois à horizon 2023. Pour le secteur des EnR&R, on s'appuie sur les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Les marchés et les emplois correspondant à ces objectifs sont comparés aux tendances actuelles des différentes filières à partir de l'estimation préliminaire 2021 calculée sur la base des premières données et informations disponibles (Observ'ER, SDES, fédérations professionnelles).

# Sommaire

Énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) .....	5
1. Éolien terrestre.....	18
2. Photovoltaïque .....	29
3. Hydroélectricité.....	39
4. Pompes à chaleur aérothermiques domestiques et chauffe-eau thermodynamiques.....	49
5. Appareils domestiques de chauffage au bois .....	59
6. Solaire thermique (Métropole et DOM) .....	68
7. Biocarburants de la filière gazole.....	76
8. Biocarburants de la filière essence .....	85
9. Bois-énergie (Secteurs collectif, industriel et tertiaire) .....	95
10. Géothermie .....	105
11. Réseaux de chaleur.....	120
12. Valorisation énergétique des DMA par incinération.....	129
13. Biogaz par méthanisation et ISDND .....	138
14. Réseaux électriques intelligents.....	147
15. Énergies marines renouvelables .....	156

## SYNTHÈSE

# Énergies renouvelables et de récupération (EnR&R)



## Points clés

### La dynamique ne se dément pas

Le marché des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) poursuit sa croissance. Il augmente de 14,5 % entre 2018 (27,3 Mds€) et 2020 (31,3 Mds€).

En progression depuis 2016, les investissements (y compris les exportations) dans les installations d'EnR&R grimpent de 21 % entre 2018 (10,8 Mds€) et 2020 (13 Mds€). Les filières ayant les plus fortes dynamiques d'investissements sur cette même période sont le photovoltaïque (1,9 Mds€ en 2020, +107 %), le biogaz par méthanisation et ISDND (0,7 Mds€ en 2020 ; +83 %), ainsi que les pompes à chaleur aérothermiques (PAC aéro) domestiques et chauffe-eaux thermodynamiques (CET ; 4,2 Mds€, +68 %). A contrario, les investissements dans l'éolien terrestre baissent de 27 % (2,4 Mds€).

### Tendances observées 2018-2020

Investissements intérieurs (M€)

Marché total (M€)

Total des emplois (ETP)

Balance commerciale (M€)

En 2020, les filières EnR&R emploient 112 930 ETP (+21 % par rapport à 2018). Près d'un ETP sur deux concerne les filières des PAC aéro domestiques, des CET et des appareils individuels de chauffage au bois.

Marchés du secteur des EnR&R



Emplois totaux du secteur des EnR&R



## Contexte réglementaire

La Loi Énergie-Climat du 8 novembre 2019 fixe le cadre de la politique énergétique et climatique de la France :

- Réduction de 40 % de la consommation d'énergies fossiles d'ici 2030 par rapport à 2012 ;
- Arrêt de la production d'électricité à partir de charbon d'ici 2022 ;
- Installation obligatoire de panneaux photovoltaïques sur les nouveaux entrepôts et bâtiments commerciaux ;
- Réduction de la dépendance au nucléaire pour descendre à 50 % du mix électrique en 2035.

Par ailleurs, le décret portant sur la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE de janvier 2020) fixe les priorités d'actions des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie afin d'atteindre les objectifs définis par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV 2015). La PPE prévoit :

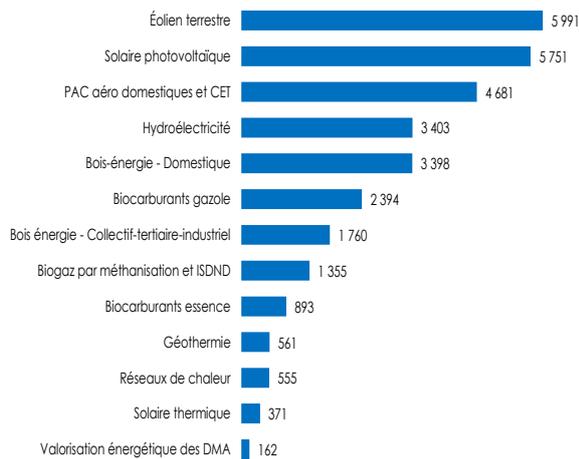
- La baisse de 7,6 % de la consommation finale d'énergie en 2023 et de 16,5 % en 2028 par rapport à 2012 ;
- La réduction de 14 % en 2023 et de 30 % en 2028 des émissions de gaz à effet de serre issus de la production d'énergie par rapport à 2016 (322 MtCO<sub>2</sub>) ;
- L'augmentation de 25 % en 2023 et de 40 à 60 % en 2028 de la consommation de chaleur renouvelable par rapport à 2017 (154 TWh) ;
- La hausse de 50 % des capacités d'EnR électriques installées en 2023 par rapport à 2017 (73,5 GW) et leur doublement à l'horizon 2028 (101 à 113 GW).

## Cinq filières concentrent les ¾ du marché et près de 80 % des emplois

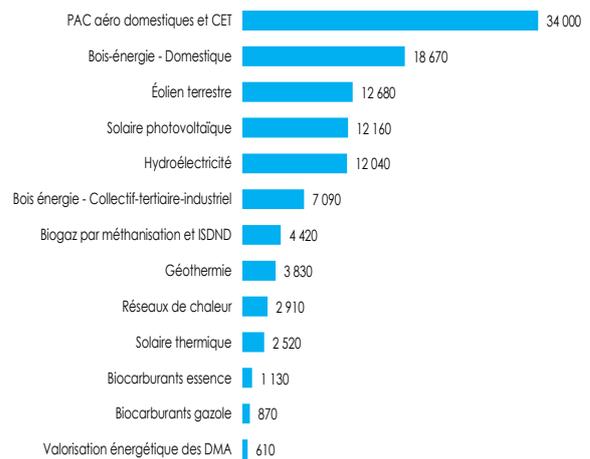
En 2020, l'éolien terrestre reste la première des filières EnR&R en chiffre d'affaires (19 % des 31,3 Mds€), même si sa part de marché baisse de 2 % par rapport à 2018. Il est talonné par le photovoltaïque (18 % du marché en 2020, contre 15 % en 2018). Les PAC aérothermiques domestiques et les CET, en forte progression, s'octroient 15 % du marché en 2020, alors qu'ils se contentaient de 10 % en 2018. A contrario, l'hydroélectricité et les appareils individuels de chauffage au bois, qui se situent chacun à 11 % de parts de marché en 2020, perdent du terrain puisqu'ils réalisaient respectivement 12 % et 13 % du chiffre d'affaires toutes EnR&R confondues en 2018. De façon générale, ces 5 filières accentuent encore en 2020 leur suprématie sur le secteur puisqu'elles concentrent 74 % de l'activité des EnR&R, contre 71 % en 2018.

Le biogaz par méthanisation et ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux) voit sa part de marché légèrement progresser, alors que celles des biocarburants essence et diesel régressent.

Marché total du secteur des EnR&R en 2020 (M€) \*



Emplois totaux du secteur des EnR&R en 2020 (ETP) \*

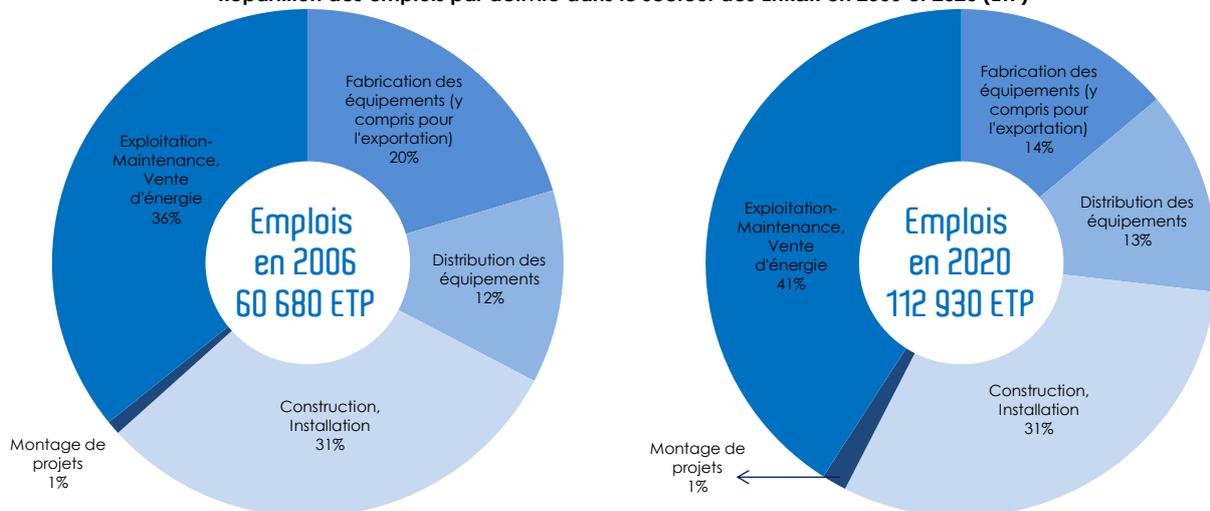


(\* La filière Géothermie concerne la géothermie de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et les secteurs collectif-tertiaire, ainsi que la géothermie profonde en basse et haute énergie.

La filière des PAC aéro domestiques et CET renforce sa place de premier employeur parmi toutes les filières EnR&R avec 30 % des ETP du secteur (seulement 22 % en 2018). Autre EnR thermique : les appareils de chauffage au bois chez les particuliers restent aussi un poids lourd de l'emploi même si, en 2020, il emploie 17 % des effectifs totaux du secteur, contre 21 % en 2018. L'éolien terrestre et l'hydroélectricité voient également leurs parts dans l'emploi du secteur régresser : alors qu'elles se situaient respectivement à 16 % et 13 % en 2018, elles plafonnent à 11 % en 2020. En revanche, le photovoltaïque, où travaillaient seulement 7 % des effectifs en 2018, en emploie 11 % en 2020. Ces 5 filières concentrent donc à elles seules 79 % des effectifs du secteur (proportion stable par rapport à 2018).

Entre 2006 et 2020, les effectifs du secteur font presque doubler, passant de 60 680 ETP à 112 930 ETP. La part de l'exploitation-maintenance et de la vente d'énergie progresse (41 % en 2020, contre 36 % en 2006), alors que la part liée à la fabrication des équipements (y compris pour l'exportation) s'est réduite, passant de 20 % en 2006 à 14 % en 2020.

Répartition des emplois par activité dans le secteur des EnR&R en 2006 et 2020 (ETP)



## De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les marchés étudiés dans cette partie concernent les investissements pour le développement des énergies renouvelables et de récupération, ainsi que les ventes intérieures d'énergie d'origine renouvelable, l'exploitation-maintenance des unités de production, et l'entretien des équipements.

À ces marchés sont associés des emplois directs, mesurés en Équivalent Temps Plein (ETP). Sauf cas particuliers (cellules photovoltaïques, mâts d'aérogénérateurs), les emplois indirects liés à la production des composants des équipements ou aux consommations d'intrants (qu'il s'agisse des matières premières agricoles utilisées pour la production des biocarburants ou du bois utilisé pour la production d'énergie marchande) en sont pas inclus.

La quasi-totalité des filières de production d'EnR&R – thermiques, électriques, biocarburants et biogaz – sont couvertes. Les marchés liés aux énergies marines renouvelables (EMR ; dont l'éolien en mer) et aux systèmes électriques intelligents (SEI), bien que donnant lieu à des fiches spécifiques, ne font pas l'objet de chiffrages complets des marchés et des emplois, car ces filières sont encore au stade de développement préindustriel. Ainsi, ces filières ne sont pas intégrées dans les tableaux chiffrés récapitulatifs.

Les marchés pour le développement des EnR&R couvrent les investissements destinés à augmenter les capacités de production, ainsi que les acquisitions par les ménages de PAC domestiques, de CET, d'appareils de chauffage au bois et de panneaux solaires thermiques. Ces marchés sont généralement décomposés en valeur des équipements (aux prix fabricants ou douanes), des travaux d'installation et, s'il y a lieu, des marges de distribution. Ils incluent, le cas échéant, les exportations d'équipements lorsque celles-ci sont connues.

Les marchés liés aux ventes intérieures d'EnR&R couvrent la valeur des ventes, y compris le bois et ses dérivés utilisés dans la production d'énergie autoconsommée (chaleur, électricité). Ces marchés et leurs emplois associés prennent en compte l'exploitation et l'entretien-maintenance des équipements et des unités de production des EnR&R. À noter que le bois et les combustibles dérivés utilisés dans la production de chaleur et d'électricité vendue correspondent à une consommation intermédiaire, leurs valeurs ne sont donc pas intégrées dans les estimations des marchés.

## Évolutions par sous-secteurs

Pour faciliter l'analyse de l'évolution du marché et des emplois, les différentes filières EnR&R sont réparties en 5 sous-secteurs :

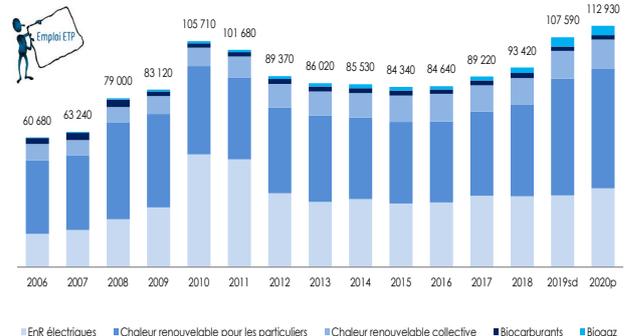
- EnR électriques : hydroélectricité, éolien terrestre, photovoltaïque<sup>1</sup> ;
- Chaleur renouvelable pour les particuliers : appareils de chauffage au bois, PAC aérothermiques et CET, géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel (~ PAC géothermiques domestiques), solaire thermique ;
- Chaleur renouvelable collective : bois-énergie dans les secteurs collectif-tertiaire-industriel, réseaux de chaleur, Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM), géothermie (hors de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel) ;
- Biocarburants de première génération (1G) incorporés dans le gazole et dans l'essence ;
- Biogaz par méthanisation et issu des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND).

Hormis les biocarburants, tous les sous-secteurs voient leurs marchés et leurs emplois progresser entre 2018 et 2020. Les évolutions les plus fortes concernent le biogaz par méthanisation et ISDND et la chaleur domestique.

Évolution du marché des EnR&R par sous-secteur



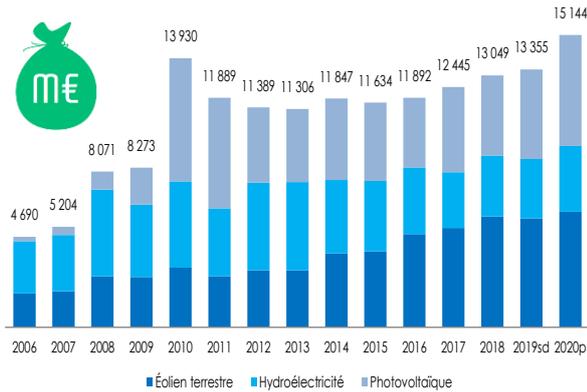
Évolution des emplois des EnR&R par sous-secteur



<sup>1</sup> Les filières Réseaux Électriques Intelligents (REI ~ Smart Grids) et Énergies Marines Renouvelables (EMR) font chacune l'objet d'une fiche descriptive dans le cadre de cette présente étude (respectivement page 147 et page 156). Cependant, les marchés et les emplois associés à ces deux filières ne sont pas estimés sur le modèle de ce qui est fait pour les autres filières EnR&R.

## EnR électriques : les investissements repartent légèrement à la hausse en 2020

### Marché total des EnR électriques



Le marché des trois grandes filières EnR électriques (éolien terrestre, hydroélectricité, solaire photovoltaïque) atteint 15,1 Mds€ en 2020 (+16 % par rapport à 2018), dépassant ainsi pour la première fois le record de 2010 à 13,9 Mds€. Le marché du photovoltaïque connaît la plus forte progression (+39 %) entre 2018 (4,2 Mds€) et 2020 (5,8 Mds€). L'hydroélectricité progresse de 8 % (3,4 Mds€ en 2020). Quant à l'éolien, sa hausse de 4 % lui permet de tutoyer pour la première fois les 6 Mds€ de CA.

Cependant, la croissance continue de ce marché observée ces dernières années s'explique avant tout par la progression de la vente d'électricité, liée à l'extension des parcs éoliens et photovoltaïques. Pour illustration, la vente d'électricité des trois filières augmente de 24 % entre 2018 et 2020 et dépasse les 10 Mds€, plus du double de 2010.

### Investissements totaux des EnR électriques



Les investissements (exportations comprises) repartent à la hausse en 2020 après deux années de baisse en 2018 et 2019. En 2020, 5 Mds€ sont investis dans des sites de production des 3 EnR électriques, soit 3 % de plus qu'en 2018.

En 2020, les investissements dans l'éolien se situent à seulement 2,4 Mds€, soit 27 % de moins qu'en 2018. En effet, les nouvelles puissances raccordées passent de 1 578 MW en 2018 à 1 156 MW en 2020. La dynamique est inverse pour les investissements réalisés dans le photovoltaïque qui s'élèvent à 1,9 Mds€ en 2020, plus du double qu'en 2018. Il s'agit du montant le plus élevé depuis 2010. En 2020, 1 705 MW sont installés, contre 839 MW en 2018.

En hydroélectricité, malgré une hausse de 2 % entre 2018 et 2020, les investissements ne représentent que 649 M€ en 2020 et confirment la tendance globale à la baisse observée depuis 2013.

En 2020, l'ensemble des trois grandes filières d'EnR électriques emploie 36 890 ETP, en progression de 11 % par rapport à 2018.

Même s'il reste le premier employeur parmi les EnR électriques, l'éolien voit ses effectifs diminuer en 2019, puis en 2020 où ils se situent à 12 680 ETP (-13 % depuis 2018).

A contrario, les emplois du photovoltaïque grimpent de façon exceptionnelle. Alors qu'ils se situaient à seulement 6 480 ETP en 2018, ils atteignent 12 160 ETP en 2020 (+88 %).

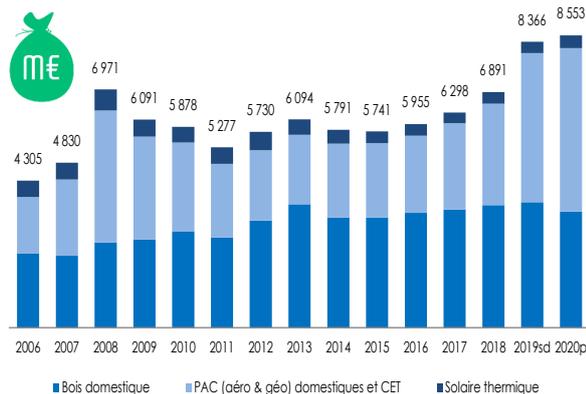
L'hydroélectricité se maintient, quant à elle, comme un important employeur du secteur des EnR&R avec 12 040 ETP en 2020, un niveau équivalent à 2018 et qui reste très stable depuis 2013.

### Emplois totaux des EnR électriques



## Chaleur renouvelable pour les particuliers : nouvelle croissance des PAC et CET

### Marché total de la chaleur renouvelable pour les particuliers



Après une très forte progression de 21 % entre 2018 et 2019, le marché de la chaleur renouvelable chez les particuliers (appareils de chauffage au bois, solaire thermique<sup>2</sup>, PAC-CET<sup>3</sup>) augmente légèrement de 2 % en 2020 pour atteindre 8,6 Mds€.

Cependant, les évolutions sont contrastées selon les filières.

Le marché des PAC (aéro et géo) domestiques et des CET progresse fortement entre 2018 (3 Mds€) et 2019 (4,4 Mds€), puis en 2020 (4,8 Mds€), enregistrant une hausse de 61 % entre 2018 et 2020.

Le solaire thermique réalise un chiffre d'affaires de 371 M€ en 2020 (+9 % par rapport à 2018), son meilleur niveau depuis 2014 après plusieurs années en berne.

En revanche, le segment des appareils de chauffage au bois, qui connaît une hausse constante entre 2012 (3,1 Mds€) et 2019 (3,7 Mds€), diminue à 3,4 Mds€ en 2020 (-8 % par rapport à 2019, -5 % par rapport à 2018).

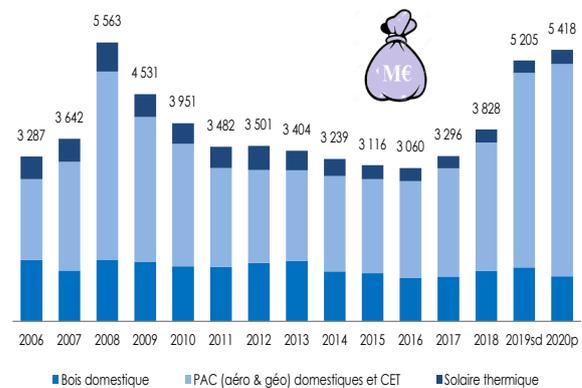
Comme le marché, les investissements liés aux appareils individuels de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire (exportations comprises) augmentent fortement de 36 % entre 2018 (3,8 Mds€) et 2019 (5,2 Mds€), avant de progresser plus modestement de 4 % en 2020 (5,4 Mds).

L'essentiel de la hausse des investissements de ce sous-secteur est réalisé par la filière des PAC (aéro et géo) et des CET. Les ventes passent de 310 620 appareils en 2018 (l'équivalent de 2,6 Mds€ investis) à 466 860 en 2020 (soit 4,2 Mds€ investis).

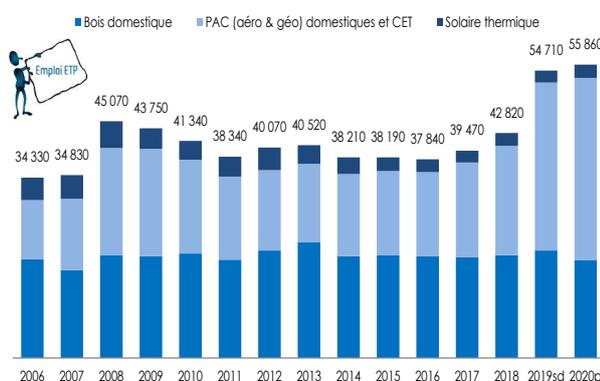
Après avoir baissé entre 2018 (261 M€) et 2019 (246 M€), les investissements dans le solaire thermique remontent à 285 M€ en 2020 (+9 % par rapport à 2018). Dans le même temps, les surfaces installées passent de plus de 138 000 m<sup>2</sup> en 2018 à 119 170 m<sup>2</sup> en 2019 et 127 280 m<sup>2</sup> en 2020.

Quant aux appareils de chauffage au bois, malgré une reprise des ventes d'appareils en 2017 (+11 % par rapport à 2016), suivie d'une très légère baisse en 2018 et en 2019, les ventes atteignent leur plus bas niveau en 2020 depuis 2006 avec 314 865 unités. Le montant des investissements se limite à 896 M€ en 2020, alors qu'il dépasse légèrement 1 Mds€ en 2018 et 2019 (-11 % entre 2018 et 2020).

### Investissements de la chaleur renouvelable pour les particuliers



### Emplois totaux de la chaleur renouvelable pour les particuliers



Les filières de la chaleur renouvelable pour les particuliers sont un très fort secteur d'emplois au sein des filières de la transition énergétique. La nette hausse enregistrée entre 2018 et 2019 se prolonge par une légère augmentation l'année suivante. En 2020, 55 860 ETP sont dénombrés dans ce sous-secteur, soit 30 % de plus qu'en 2018.

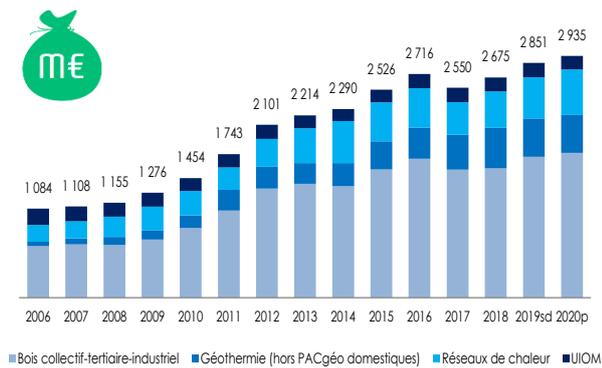
La filière des PAC (aéro et géo) domestiques et des CET reste non seulement le plus gros employeur parmi toutes les EnR&R (31 % du total), mais aussi la filière de chaleur renouvelable chez les particuliers la plus dynamique en 2020 avec 34 660 ETP (+67 % par rapport à 2018). Bien qu'en baisse de 5 % par rapport à 2018, les 18 670 ETP travaillant en 2020 dans la filière du chauffage au bois domestique représentent 17 % de l'ensemble des emplois des EnR&R. Le solaire thermique totalise 2 520 ETP en 2020, en hausse de 4 % par rapport à 2018.

<sup>2</sup> Il s'agit ici du solaire thermique pour les particuliers et les collectivités.

<sup>3</sup> Pompes à chaleur aérothermiques domestiques et géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel (PAC géothermiques domestiques)

## Chaleur renouvelable collective : chaufferies biomasses et réseaux en progression

### Marché de la chaleur renouvelable collective



Entre 2009 et 2020, le marché de la chaleur collective<sup>4</sup> est multiplié par 2,3 grâce à la mise en place du Fonds Chaleur, dispositif de soutien de l'ADEME aux installations thermiques renouvelables des collectivités, du tertiaire et des industriels.

En 2020, le marché du bois-énergie dans les secteurs collectif-tertiaire-industriel, des réseaux de chaleur, de la valorisation énergétique des Déchets Ménagers Assimilés (DMA) dans les UIOM et de la géothermie collective<sup>5</sup> frôlent les 3 Mds€, contre 1,3 Mds€ en 2009. Sur la seule période 2018-2020, ce marché augmente de 10 %. Cette hausse s'explique surtout par la hausse de 12 % du marché du bois collectif- tertiaire-industriel sur la période (1,8 Mds€ en 2020), une filière qui réalise 60 % du CA de la chaleur collective.

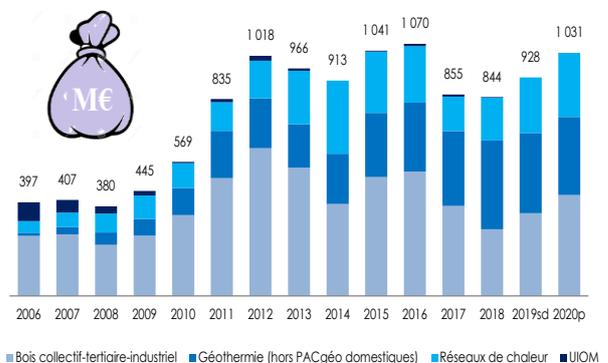
Le marché des réseaux de chaleur est en hausse de 26 % (555 M€ en 2020), alors que celui de la géothermie collective diminue de 7 % (458 M€).

En 2020, les investissements réalisés (exportation comprises) dans les installations de chauffage collectif utilisant des EnR&R atteignent de nouveau le milliard d'euros, un niveau plus connu depuis 2015 et 2016. La hausse est de 22 % entre 2018 et 2020.

Les investissements dans la géothermie collective, qui ne cessent de progresser jusqu'en 2018 (376 M€), marquent le pas en 2019, puis en 2020 où ils se limitent à 331 M€ (-12 % par rapport à 2018), ce qui reste toutefois un niveau élevé.

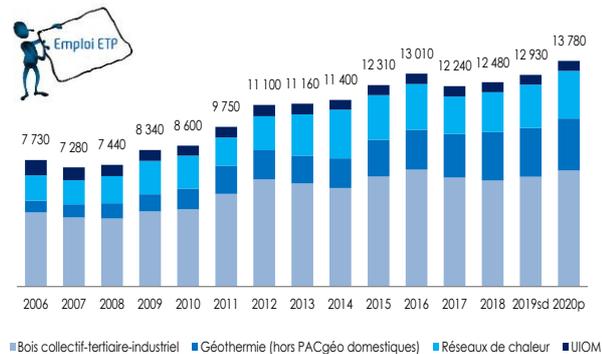
Les investissements dans les chaufferies biomasses collectives restent en 2020 dans la dynamique de hausse initiée en 2019. Ce sont 428 M€ dépensés dans ces installations en 2020, soit 51 % de plus qu'en 2018 (283 M€).

### Investissements de la chaleur renouvelable collective



Même tendance pour les réseaux de chaleur qui progressent de 50 %, passant de 181 à 271 M€ entre 2018 et 2020.

### Emplois de la chaleur renouvelable collective



L'emploi dans les filières de la chaleur renouvelable collective représente 13 780 ETP en 2020, en hausse de 10 % par rapport à 2018.

Plus de la moitié concerne la filière des chaufferies biomasses collectives avec près de 7 100 ETP en 2020 (+10 % par rapport à 2018).

En hausse régulière depuis 2006, la géothermie collective génère 3 170 ETP en 2020 (+7 %), soit près du quart des effectifs de l'ensemble de la chaleur renouvelable collective.

Les effectifs travaillant dans la filière des réseaux de chaleur retrouvent en 2020 leur niveau de 2014 avec 2 910 ETP (+20 %).

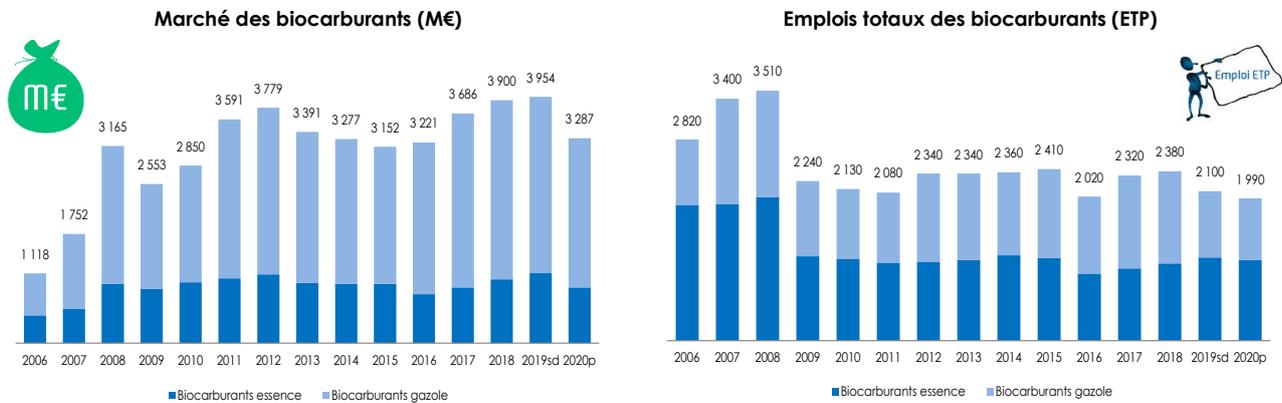
<sup>4</sup> Le solaire collectif est comptabilisé avec le solaire individuel dans le sous-secteur chaleur domestique.

<sup>5</sup> La géothermie collective comprend la géothermie de surface assistée par PAC dans les secteurs collectif-tertiaire et la géothermie profonde en basse et haute énergie. La géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel (PAC géo domestiques) est comptabilisée dans le sous-secteur de la chaleur domestique.

## Biocarburants des filières essence et gazole en perte de vitesse

Les marchés des biocarburants de première génération regroupent le chiffre d'affaires (France et export) du secteur du biodiesel issu du colza et du tournesol, et celui des biocarburants essence issus de la betterave, du blé et du maïs.

Après une période de repli de 2012 à 2015, la filière des biocarburants renoue avec la croissance jusqu'à atteindre un marché de 3,9 Mds€ en 2018 et 4 Mds€ 2019. En 2020, la crise sanitaire et les restrictions de déplacements engendrent une baisse de consommation qui conduit à une chute du marché à 3,3 Mds€ (-16 % par rapport à 2018). La contraction du marché se fait dans des proportions similaires pour les biocarburants essence (893 M€ en 2020 ; -13 % par rapport à 2018) et les biocarburants diesel (2,4 Mds€ ; -17 %).



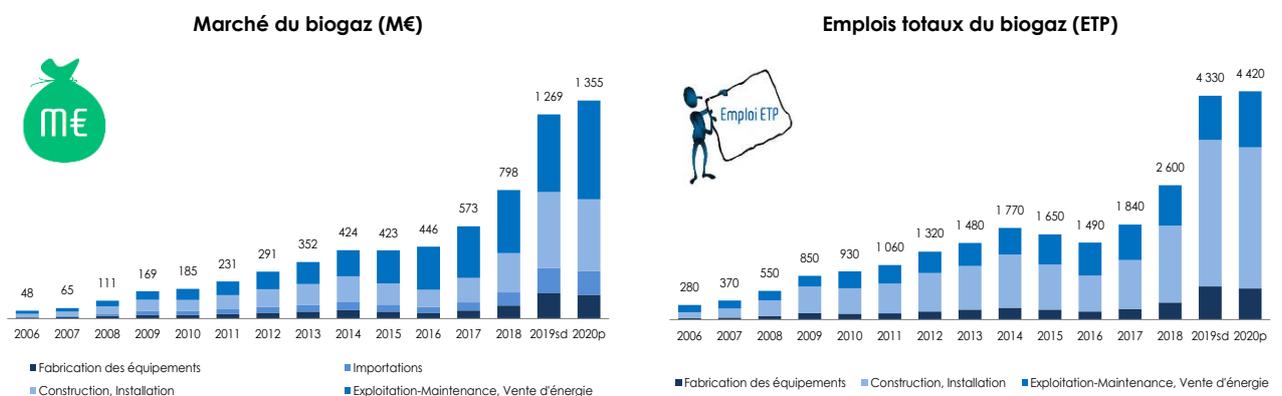
En 2018, l'emploi dans les biocarburants retrouve son niveau des années 2012-2015, avec 2 380 ETP. Situation qui ne perdure pas par la suite. Ces filières voient de nouveau leurs effectifs baisser en 2019 (2 100 ETP) et en 2020 (1 990 ETP ; -16 % par rapport à 2018). La baisse concerne essentiellement les biocarburants de la filière gazole, dont les effectifs régressent de 33 % entre 2018 (1 300 ETP) et 2020 (870 ETP). Les emplois liés aux biocarburants de la filière essence augmentent, quant à eux, de 4 % et passent de 1 080 ETP en 2018 à 1 130 ETP en 2020.

## Biogaz par méthanisation et ISDND : croissance au ralenti

Parmi les EnR&R, le biogaz est la seule énergie qui permet une triple valorisation sous forme d'électricité, de chaleur et de biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel. Cet atout lui assure une belle croissance depuis une quinzaine d'années. En 2018, le marché du biogaz (méthanisation et ISDND) avoisine les 800 M€, avant de grimper à 1,3 Mds€ en 2019 (+59 %), puis à 1,4 Mds€ en 2020 (+7 %). Grâce aux soutiens des tarifs d'achat et des Fonds Chaleur-Déchets de l'ADEME, le parc français compte près de 1 150 unités de méthanisation et d'ISDND produisant du biogaz en 2020.

La valorisation sous forme de biométhane affiche la plus forte croissance. En 2020, elle dépasse pour la première fois la barre des 2 TWh, soit plus du triple qu'en 2018 (0,7 TWh). L'électricité issue du biogaz injectée dans le réseau électrique public passe de 2,4 TWh en 2018 à 3 TWh en 2020 (+23 %). Quant à la chaleur produite à partir du biogaz, elle atteint 5,1 TWh en 2020, soit 42 % de plus qu'en 2018 (3,6 TWh).

Après le quasi doublement des investissements dans les nouvelles installations de méthanisation et de biogaz en ISDND entre 2018 (406 M€) et 2019 (785 M€), ces derniers diminuent à 741 M€ en 2020 (-6 %). Quant à la valeur de l'énergie vendue, elle passe de 392 M€ en 2018 à 483 M€ en 2019 et 614 M€ en 2020. Au final, le marché total du biogaz par méthanisation et ISDND augmente de 59 % entre 2018 (798 M€) et 2019 (1 269 M€), puis de 7 % en 2020 (1 355 M€).



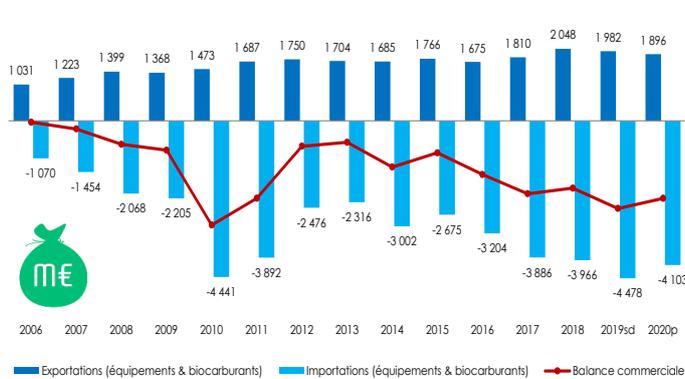
La progression des emplois de la filière biogaz ralentit nettement en 2020. La forte hausse observée entre 2018 (2 600 ETP) et 2019 (4 330 ETP ; +67 %) est nettement plus faible en 2020 (4 420 ETP ; +2 %).

Entre 2018 et 2020, les emplois consacrés à la construction des unités et à l'installation des équipements progressent de 83 % (2 730 ETP en 2020). Il en est de même pour les emplois de fabrication des équipements (600 ETP), tandis que les emplois dédiés à la vente d'énergie et à l'exploitation-maintenance progressent de 39 % (1 090 ETP).

## Légère baisse des importations

En 2020, les importations du secteur des EnR&R représentent 4,1 Mds€, soit 8 % de moins qu'en 2019. Mais la tendance globale s'inscrit à la hausse puisqu'elles étaient déjà passées de 2,3 Mds€ en 2013 à 4 Mds en 2018. De leur côté, les exportations augmentent sensiblement. Alors qu'elles n'avaient jamais dépassé 1,8 Mds€ entre 2006 et 2017, elles atteignent 2 Mds€ en 2018 et 2019 et 1,9 Mds€ en 2020. Le déficit commercial se creuse ainsi entre 2018 (-1,9 Mds€) et 2019 (-2,5 Mds€), avant de diminuer en 2020 (-2,2 Mds€), soit une augmentation globale de 15 % entre 2018 et 2020.

Commerce extérieur dans le secteur des EnR&R



En 2020, 41 % du déficit commercial sont liés à la filière du solaire photovoltaïque, dont la balance commerciale s'est fortement creusée entre 2018 (-383 M€) et 2020 (-898 M€ ; x 2,3). La filière des PAC aérothermiques et CET est à l'origine de 22 % du déficit du commerce extérieur des EnR&R en 2020 (-488 M€), alors que ce segment était beaucoup plus à l'équilibre en 2018 (-67 M€ ; déficit multiplié par 7,2 sur la période). Quant à la filière des biocarburants gazole, elle génère 27 % du déficit global, avec -601 M€ en 2020, déficit stable par rapport à 2018, mais en très nette amélioration par rapport au déficit de 1,1 Mds€ enregistré en 2019.

Quant au déficit commercial de la filière éolienne, il s'améliore nettement en passant de -573 M€ en 2018 à -177 M€ en 2019 et -77 M€ en 2020 (-87 %).

En 2020, seules trois filières présentent une nouvelle fois une balance commerciale bénéficiaire : les biocarburants de la filière essence (+192 M€), le solaire thermique (+68 M€) et l'hydroélectricité (+11 M€).

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Dans cette partie, les marchés et les emplois correspondant aux objectifs moyens 2028 de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE<sup>6</sup>) sont comparés aux tendances actuelles des filières EnR&R, représentée par l'estimation préliminaire 2021.

Les objectifs de développement des EnR&R fixés par la PPE à horizon 2023 et 2028 sont les suivants :

- Capacités installées de production d'électricité d'origine renouvelable : 69,9 GW en 2023 ; de 94,7 GW (scénario bas) à 105,4 GW (scénario haut) en 2028 ;
- Production de chaleur renouvelable et de récupération : 189,3 TWh en 2023 ; de 206,9 TWh (scénario bas) à 228,7 TWh (scénario haut) en 2028<sup>7</sup> ;
- Livraison de chaleur renouvelable et de récupération via les réseaux : 24,4 TWh en 2023 ; de 31 TWh (scénario bas) à 36 TWh (scénario haut) en 2028 ;
- Production de biogaz : 14 TWh en 2023 (dont 6 TWh en biométhane injecté) ; de 24 TWh (dont 14 TWh en biométhane injecté - scénario bas) à 32 TWh (dont 22 TWh en biométhane injecté - scénario haut) en 2028 ;
- Production d'énergie des UIOM : 15 à 18 TWh de chaleur<sup>8</sup> et 2,3 TWh d'électricité en 2028 ; baisse des quantités de déchets entrants (ordures ménagères) de 2,9 millions de tonnes ;
- Taux d'incorporation des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération : maximum 7 % de l'énergie contenu dans les carburants.

À noter que la Loi de Programmation quinquennale sur l'Énergie et le Climat (LPEC), introduite par la Loi relative à l'énergie et au climat de 2019<sup>9</sup>, viendra fixer, à partir de 2023, les priorités d'action de la politique énergétique et climatique nationale en tenant compte du rehaussement de l'objectif européen de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre à -55 % d'ici 2030. Les axes de la LPEC seront déclinés à travers les troisièmes versions de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). La PPE 3 (2024-2033) devra être adoptée par décret dans les douze mois suivants l'adoption de la LPEC.

### Marchés des EnR&R en 2021 : un écart de 7 % par rapport à la trajectoire PPE

En se basant sur les objectifs moyens 2028 de la PPE, le marché des filières EnR&R est estimé à 43,3 Mds€ en 2023. La trajectoire conduisant à ces objectifs établit un marché de 39,4 Mds€ en 2021. Or, l'estimation préliminaire 2021 est inférieure de 7 % par rapport au scénario basé sur la PPE, avec un marché de 36,6 Mds€.

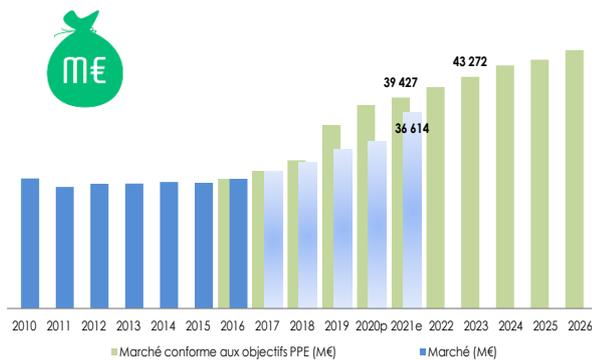
<sup>6</sup> Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

<sup>7</sup> Pour la filière solaire thermique, les objectifs de la PPE concernent que la France métropolitaine. À ces objectifs, on ajoute ceux des DOM.

<sup>8</sup> Dont la moitié est à considérer comme renouvelable et à comptabiliser dans l'objectif biomasse.

<sup>9</sup> Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat

## Marché des EnR&amp;R \*



Comparaison en 2021	Estimation préliminaire	PPE 2021	Écart
Solaire photovoltaïque	8 381	9 889	-15 %
PAC aéro domestiques et CET	6 183	4 374	+41 %
Éolien terrestre	5 696	6 707	-15 %
Bois énergie - Domestique	3 865	3 687	+5 %
Hydroélectricité	3 281	3 856	-15 %
Biocarburants de la filière gazole	2 843	2 902	-2 %
Bois énergie - Collectif-tertiaire-industriel	1 935	2 691	-28 %
Biogaz par méthanisation et ISDND	1 485	1 963	-24 %
Biocarburants de la filière essence	1 079	1 044	+3 %
Géothermie **	646	837	-23 %
Réseaux de chaleur	644	861	-25 %
Solaire thermique	412	414	0 %
Valorisation énergétique des DMA	164	201	-18 %
<b>Marché total (M€)</b>	<b>36 614</b>	<b>39 427</b>	<b>-7 %</b>

(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

(\*\*) La filière Géothermie concerne la géothermique de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et les secteurs collectif-tertiaire, ainsi que la géothermie profonde en basse et haute énergie.

Source : Estimations IN NUMERI

En 2021, la quasi-totalité des filières EnR&R réalisent des CA inférieurs à la trajectoire PPE.

Les filières de la chaleur renouvelable collective accusent le plus de retard : bois-énergie collectif-tertiaire-industriel (-28 %), réseaux de chaleur (-25 %) et UIOM (-18 %). L'ensemble de la géothermie affiche un retard de 23 %. Cependant, ces filières de la chaleur collective vont bénéficier d'un renforcement des moyens du Fonds Chaleur de l'ADEME, notamment sur les volets soutien et communication (voir page 15).

Les trois grandes filières des EnR électriques – photovoltaïque, éolien et hydroélectricité – sont toutes en retard de 15 % par rapport à la trajectoire PPE.

La filière des biocarburants 1<sup>ère</sup> génération de la filière gazole a un léger retard de 2 %.

Quant au biogaz par méthanisation et ISDND, il affiche un retard de 24 %.

Toutefois, certaines filières réalisent en 2021 des CA supérieurs à la trajectoire PPE. C'est le cas des filières de la chaleur chez les particuliers : PAC aérothermiques domestiques et CET (+41 %) et appareils individuels de chauffage au bois (+5 %). Les biocarburants conventionnels de la filière essence réalisent également un CA supérieur de 3 %. Quant à la filière du solaire thermique, elle affiche une prévision 2021 alignée aux objectifs de la PPE.

### Emplois des EnR&R en 2021 : conformes à la trajectoire PPE

Selon les objectifs moyens 2028 de la PPE, les emplois associés aux filières EnR&R devraient atteindre 142 000 ETP en 2023. La trajectoire conduisant à ces objectifs définit des emplois à 135 130 ETP en 2021. Quant à l'estimation préliminaire 2021, elle se situe à 135 340 ETP, un niveau équivalent à cette trajectoire.

Les filières des chaudières biomasses collectives et des réseaux de chaleur accusent un retard de respectivement 31 % et 24 %. Ce retard est de 17 % pour l'ensemble de la géothermie.

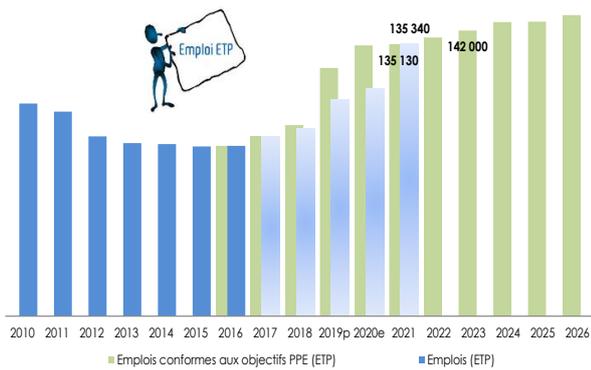
Les EnR électriques (photovoltaïque, éolien et hydroélectricité) affichent des prévisions 2021 inférieures allant de 6 à 18 %.

Le retard pris par la filière des biocarburants 1<sup>ère</sup> génération de la filière gazole atteint 39 %.

Quant au biogaz par méthanisation et ISDND, il affiche un retard de 25 %.

Seuls les PACaéro-CET, les UIOM et les biocarburants essence conventionnels présentent des emplois supérieurs à la trajectoire PPE respectivement de 43 %, 7 % et 2 %.

## Emplois totaux des EnR&amp;R \*



Comparaison en 2021	Estimation préliminaire	PPE 2021	Écart
Solaire photovoltaïque	19 990	21 310	-6 %
PAC aéro domestiques et CET	44 900	31 510	+42 %
Éolien terrestre	12 760	15 620	-18 %
Bois énergie - Domestique	20 570	20 750	-1 %
Hydroélectricité	12 060	13 500	-11 %
Bois énergie - Collectif-tertiaire-industriel	7 460	10 820	-31 %
Biogaz par méthanisation et ISDND	4 460	5 950	-25 %
Géothermie **	4 390	5 300	-17 %
Réseaux de chaleur	3 330	4 410	-24 %
Solaire thermique	2 810	2 900	-3 %
Biocarburants de la filière essence	1 190	1 160	+2 %
Biocarburants de la filière gazole	810	1 330	-39 %
Valorisation énergétique des DMA	620	580	+7 %
<b>Emplois totaux (ETP)</b>	<b>135 340</b>	<b>135 130</b>	<b>0 %</b>

(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

(\*\*) La filière Géothermie concerne la géothermique de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et les secteurs collectif-tertiaire, ainsi que la géothermie profonde en basse et haute énergie.

Source : Estimations IN NUMERI

# Perspectives du secteur des EnR & R

## Évolution du Fonds Chaleur en 2022

Depuis 13 ans, le Fonds Chaleur de l'ADEME a permis d'aider plus de 6 500 installations d'EnR&R grâce à 2,9 Mds€ d'aides, ayant généré 10,8 Mds€ d'investissements. En 2021, malgré une année encore perturbée par la situation sanitaire, un budget total de 350 M€ (constant par rapport à 2020, mais en hausse de 150 M€ depuis 2017) est engagé, permettant d'accompagner près de 560 installations. Dans le cadre du plan de résilience, le Fonds Chaleur augmente son budget 2022 à 520 M€ (+50 %).

Pour accélérer le recours aux EnR&R, notamment à la chaleur renouvelable collective, et se rapprocher des objectifs de la PPE, des évolutions dans les conditions d'éligibilité et de financement du Fonds Chaleur sont mises en place en 2022 :

- Biomasse énergie : un renforcement des exigences en termes de qualité de l'air pour les installations de moyennes puissances, associé à une hausse des forfaits d'aide ;
- Géothermie : l'ouverture du dispositif aux échangeurs compacts géothermiques, ainsi qu'une hausse du forfait dédié au géocooling ;
- Solaire thermique : une révision des exigences techniques pour les PAC solaires.

Le contexte actuel est marqué par une hausse des prix du gaz qui devrait permettre d'élargir le portefeuille de projets réalisables. L'ADEME est par ailleurs fortement mobilisée sur le déploiement du Plan France 2030 en faveur des investissements d'avenir, sur tout le territoire, notamment sur le développement de la chaleur bas carbone dans le secteur de l'industrie, à travers l'Appel à Projets BCIAT (Biomasse, Chaleur, Industrie, Agriculture, Tertiaire) dont le lancement est prévu au 1<sup>er</sup> semestre 2022.

En outre, afin d'accélérer le développement des réseaux de chaleur, outil majeur du développement de la chaleur renouvelable, l'ADEME lance un appel à projets visant à faciliter l'accompagnement des études pour la création et l'extension des réseaux de chaleur et de froid dans les collectivités de moins de 50 000 habitants sur l'ensemble du territoire.

Dans ce cadre, l'ADEME redouble d'efforts depuis la fin de l'année 2020 pour faire connaître les aides mises en place grâce au Fonds Chaleur. Une large campagne de communication sur 3 ans, principalement à destination des collectivités et des entreprises, ainsi que des formations destinées aux relais sur le territoire, sont en cours afin de soutenir et d'accélérer le développement de la chaleur renouvelable en France.

## Plan de résilience 2022

La mise en œuvre de plusieurs mesures présentées le 16 mars 2022 dans le cadre du plan de résilience économique et sociale permettront d'accélérer le développement des EnR&R :

- Sortie de la dépendance au gaz et au pétrole russe d'ici 2027 ;
- Augmentation de 1 000 €, à partir du 15 avril 2022, du dispositif MaPrimeRenov' pour l'installation d'un système de chauffage « vertueux » (pompe à chaleur ou chaudière biomasse) ;
- Décarboner l'industrie française d'ici 2030 avec le lancement d'un appel à projets d'efficacité énergétique et de substitution du gaz par une énergie décarbonée ;
- Plan de réduction de la consommation dans les bâtiments de l'État.

# Résultats détaillés

## Marché total des énergies renouvelables et de récupération (M€) \*

Marché par filière	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Éolien terrestre	1 756	2 640	3 088	2 651	2 951	2 947	3 820	3 931	4 821	5 142	5 737	5 640	5 991
Solaire photovoltaïque	229	933	6 370	5 731	3 901	3 779	4 213	4 052	3 610	4 408	4 152	4 642	5 751
PAC aéro domestiques et CET	1 177	3 321	2 295	1 888	1 835	1 851	2 035	2 048	2 159	2 424	2 863	4 251	4 681
Hydroélectricité	2 705	4 498	4 472	3 506	4 537	4 580	3 814	3 651	3 461	2 895	3 160	3 073	3 403
Bois énergie - Domestique	2 178	2 498	2 821	2 646	3 135	3 614	3 229	3 230	3 360	3 459	3 585	3 675	3 398
Biocarburants gazole	674	2 217	1 875	2 553	2 675	2 426	2 328	2 201	2 437	2 795	2 876	2 833	2 394
Bois énergie - Collectif-tertiaire-industriel	628	642	846	1 058	1 325	1 383	1 355	1 557	1 687	1 556	1 570	1 712	1 760
Biogaz par méthanisation-ISDND	48	111	185	231	291	352	424	423	446	573	798	1 269	1 355
Biocarburants essence	444	948	975	1 038	1 103	966	948	951	784	892	1 024	1 121	893
Géothermie **	526	630	456	513	486	431	402	461	478	524	595	577	561
Réseaux de chaleur	203	246	296	273	338	422	512	471	480	397	441	501	555
Solaire thermique	477	619	460	481	540	449	405	346	335	314	340	329	371
UIOM	201	170	156	161	172	157	144	154	171	173	171	173	162
<b>Marché total ***</b>	<b>11 245</b>	<b>19 473</b>	<b>24 297</b>	<b>22 731</b>	<b>23 290</b>	<b>23 356</b>	<b>23 629</b>	<b>23 477</b>	<b>24 230</b>	<b>25 552</b>	<b>27 313</b>	<b>29 794</b>	<b>31 275</b>

Estimations IN NUMERI ; sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés aux énergies renouvelables et de récupération (ETP) \*

Emplois par filière	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Éolien terrestre	6 090	7 740	9 310	7 480	8 130	8 120	10 990	10 450	13 200	13 900	14 590	12 910	12 680
Solaire photovoltaïque	1 400	5 260	32 330	32 250	12 720	9 750	8 200	6 580	4 620	7 200	6 480	8 080	12 160
PAC aéro domestiques et CET	7 920	16 830	15 540	13 940	13 730	13 780	14 850	15 320	15 350	17 390	20 160	31 260	34 000
Hydroélectricité	8 020	9 420	11 070	10 720	13 700	12 640	12 600	12 770	12 470	12 250	12 080	12 520	12 040
Bois énergie - Domestique	18 830	19 600	19 880	18 700	20 480	22 090	19 410	19 520	19 380	19 180	19 590	20 450	18 670
Biocarburants gazole	930	1 490	980	990	1 240	1 210	1 170	1 250	1 080	1 300	1 290	930	870
Bois énergie - Collectif-tertiaire-industriel	4 530	4 160	4 710	5 660	6 540	6 300	6 010	6 720	7 140	6 650	6 470	6 700	7 090
Biogaz par méthanisation-ISDND	280	550	930	1 060	1 320	1 480	1 770	1 650	1 490	1 840	2 600	4 330	4 420
Biocarburants essence	1 900	2 020	1 150	1 090	1 110	1 130	1 200	1 160	940	1 010	1 080	1 170	1 130
Géothermie **	4 040	4 480	3 580	3 600	3 360	2 810	2 570	3 020	3 100	3 340	3 620	3 710	3 830
Réseaux de chaleur	1 560	1 650	2 020	1 720	2 080	2 530	2 980	2 730	2 790	2 280	2 430	2 640	2 910
Solaire thermique	4 250	5 070	3 600	3 820	4 290	3 530	3 180	2 570	2 440	2 240	2 420	2 270	2 520
UIOM	930	700	610	650	690	640	600	620	650	640	610	600	610
<b>Emplois totaux ***</b>	<b>60 680</b>	<b>79 000</b>	<b>105 710</b>	<b>101 680</b>	<b>89 370</b>	<b>86 020</b>	<b>85 530</b>	<b>84 340</b>	<b>84 640</b>	<b>89 220</b>	<b>93 420</b>	<b>107 590</b>	<b>112 930</b>

Estimations IN NUMERI ; sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Production liée aux énergies renouvelables et de récupération (M€) \*

Production par filière	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Éolien terrestre	1 131	1 734	2 136	2 084	2 398	2 488	2 988	3 248	3 660	3 874	4 417	4 696	5 141
Solaire photovoltaïque	157	717	4 034	3 829	3 332	3 226	3 527	3 525	3 376	3 843	3 767	4 107	4 843
PAC aéro domestiques et CET	1 135	3 225	2 046	1 663	1 628	1 621	1 758	1 799	1 891	2 145	2 524	3 822	4 117
Hydroélectricité	2 682	4 465	4 444	3 473	4 511	4 550	3 787	3 615	3 430	2 874	3 142	3 055	3 384
Bois énergie - Domestique	2 098	2 418	2 696	2 529	2 981	3 421	3 056	3 076	3 201	3 270	3 366	3 447	3 179
Biocarburants gazole	586	1 884	1 649	2 013	2 279	1 999	1 779	1 663	1 570	1 708	1 753	1 160	1 312
Bois énergie - Collectif-tertiaire-industriel	589	589	785	970	1 211	1 303	1 278	1 482	1 599	1 495	1 524	1 650	1 694
Biogaz par méthanisation-ISDND	42	96	162	201	255	309	372	380	411	523	717	1 112	1 207
Biocarburants essence	444	735	687	780	810	790	754	704	543	618	701	792	764
Géothermie **	509	605	405	466	448	401	374	438	457	502	568	560	543
Réseaux de chaleur	193	230	275	249	306	377	450	419	432	367	406	454	501
Solaire thermique	408	537	380	420	486	399	361	299	287	274	292	289	326
UIOM	201	170	156	161	172	157	144	154	171	173	171	173	162
<b>Production totale ****</b>	<b>10 175</b>	<b>17 405</b>	<b>19 855</b>	<b>18 839</b>	<b>20 815</b>	<b>21 041</b>	<b>20 626</b>	<b>20 802</b>	<b>21 026</b>	<b>21 666</b>	<b>23 347</b>	<b>25 316</b>	<b>27 172</b>

Estimations IN NUMERI ; sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

(\*) Hors Réseaux Électriques Intelligents (REI ~ Smart grids) et Énergies Marines Renouvelables (EMR)

(\*\*) La filière Géothermie concerne la géothermique de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et les secteurs collectif-tertiaire, ainsi que la géothermie profonde en basse et haute énergie.

(\*\*\*) Le marché total et les emplois directs associés concernent l'ensemble des investissements intérieurs (fabrication, vente et installation des équipements, importations des équipements et des biocarburants, montage de projets et études préalables, construction des unités de production), l'exploitation-maintenance des installations et des équipements, la vente intérieure d'énergie, ainsi que les exportations.

(\*\*\*\*) La production totale correspond au marché total hors importations.

**Note :** Les données présentées dans ce rapport sont arrondies à la dizaine dans le cas des emplois, ce qui explique de légers écarts dans les totaux. De plus, l'analyse de l'évolution de ces données est effectuée à partir des données initiales non arrondies. Par conséquent, il est possible que certains chiffres présentés soient légèrement différents de ceux que l'on obtiendrait en utilisant les données arrondies.

# 1. Éolien terrestre

## Points clés

### Des raccords en décalage avec les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

Après un creux en 2015 des implantations d'éoliennes, suivies de leur reprise significative en 2016 et 2017 (favorisée par des simplifications des procédures administratives amenées par la LTECV 2015 et des taux d'emprunt historiquement bas), les raccords annuels d'éoliennes décroissent à partir de 2018.

Après avoir baissé de 2 % en 2019, le marché total de la filière s'élève à 6 Mds€ en 2020, en hausse de 6 % en un an. Les investissements intérieurs sont de 1,6 Mds€ en 2020, en baisse de 36 % par rapport à 2018 (2,5 Mds€). Cette baisse est compensée par la hausse du marché de la vente d'énergie, qui passe de 2,5 Mds€ en 2018 à 3,6 Mds€ en 2020. Les exportations sont de 777 M€ en 2020.



### Tendances observées 2018-2020

Puissances annuelles raccordées (MW)

Fabrication des équipements (M€)

Investissements intérieurs (M€)

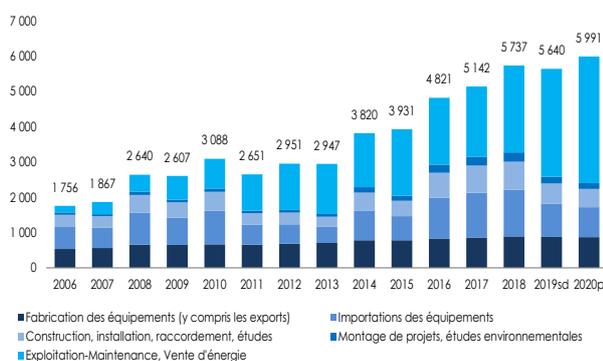
Emplois liés aux investissements (ETP)

Production brute d'électricité (TWh)

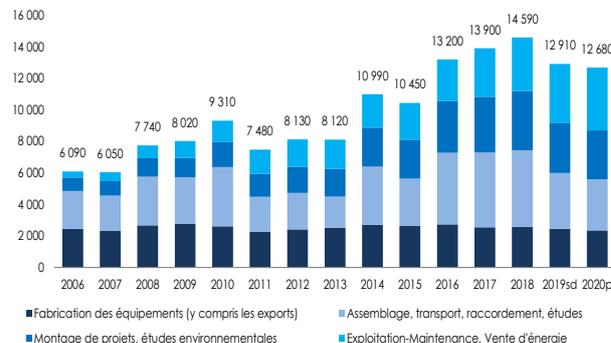
Emplois de vente d'énergie (ETP)

Contrairement au marché, les emplois directs diminuent de 7 % en moyenne par an entre 2018 (14 590 ETP) et 2020 (12 680 ETP). La baisse des emplois liés aux investissements n'est pas compensée par la hausse des emplois liés à la vente d'énergie et la maintenance du parc éolien.

Marchés liés à l'éolien terrestre (M€)



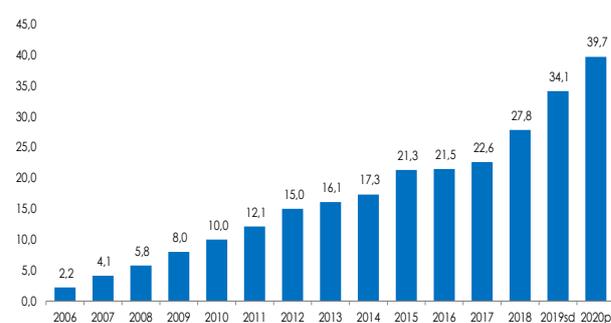
Emplois associés à l'éolien terrestre (ETP)



Parc raccordé et raccords annuels (MW)



Énergie produite (TWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés de l'éolien terrestre. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus (pour comparaison, voir encadré page 23 sur les emplois directs et indirects en 2015). L'éolien en mer posé et l'éolien flottant sont présentés avec les EMR. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

#### Équipement

Fabrication de mâts, pales, génératrices, rotors, nacelles, autres matériels

#### Production

Assemblage des éoliennes, génie civil, transport, études techniques, montage de projets

#### Production d'énergie

Exploitation, entretien et maintenance des champs d'éoliennes

# Contexte réglementaire

## Conditions d'accès au complément de rémunération

La Loi dite Grenelle II (2010<sup>10</sup>) est une source de complications importantes pour le secteur éolien, avec la complexification du cadre réglementaire et l'allongement de l'instruction des projets.

En 2013, la loi Brottes<sup>11</sup> simplifie le cadre administratif en supprimant les Zones de Développement Éolien (ZDE), ainsi que la règle des cinq mâts. Ces mesures de simplifications et l'amélioration des processus d'instruction des dossiers (autorisation, raccordement) contribuent à la reprise des nouvelles installations.

En 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV<sup>12</sup>) inclut diverses mesures concernant l'énergie éolienne terrestre telles que :

- Le maintien de la distance minimale de 500 mètres entre les éoliennes et les habitations ;
- L'ouverture faite aux financements et prêts participatifs ;
- L'évolution du mécanisme de rémunération pour les installations soumises à une autorisation. L'obligation d'achat de l'électricité produite par les installations renouvelables est remplacée par le complément de rémunération. Ce dispositif permet au producteur de vendre directement l'électricité produite sur le marché. La différence entre le prix de référence et le prix moyen du marché est versée au producteur par EDF OA (intermédiaire pour le compte de l'Etat). Jusqu'en 2015, ce surcoût était compensé par la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE). Au 1<sup>er</sup> janvier 2016, le financement du soutien aux EnR est intégré au budget de l'État via le Compte d'Affectation Spéciale « Transition Énergétique »<sup>13</sup>. Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2021, le CAS-TE est supprimé, le soutien au développement des EnR&R étant lié au budget général de l'État.

### 2005

- Mise en place des Zones de Développement Éolien (ZDE), des études d'impact et des enquêtes publiques pour les éoliennes > 50m

### 2010

- Grenelle de l'Environnement II: Instauration de Schémas Régionaux Éoliens (SRE), de la règle des 5 mâts et de la distance minimale de 500 m

### 2013

- Loi Brottes : Suppression de la règle des 5 mâts et des ZDE. Test du permis unique d'autorisation

### 2015

- Objectifs LTECV : Simplification des autorisations et ouverture aux financements participatifs

### 2016

- Décret du 27 mai et arrêté du 13 décembre fixant les filières bénéficiant du complément de rémunération (par guichet ouvert ou par appel d'offres)
- Intégration au budget de l'État du financement du soutien aux EnR par l'intermédiaire du Compte d'Affectation Spéciale " Transition Énergétique "

### 2017

- Mise en place d'appels d'offres pluriannuels pour les grandes installations
- Refonte du dispositif de soutien pour les petites installations

### 2021

- Mise en place de l'appel d'offres " PPE2 Éolien terrestre "

## Grandes installations soumises aux appels d'offres pluriannuels

À partir de 2017, une nouvelle organisation des mécanismes de soutien est mise en place. Cette organisation permet l'attribution du complément de rémunération à travers deux possibilités :

- Le système de guichet ouvert pour les petites installations de 6 éoliennes au maximum et d'une puissance unitaire jusqu'à 3 MW (inclus).
- Les appels d'offres (AO) pour les autres installations (sans aucun critère en termes de taille du parc et de puissance unitaire). Les AO constituent aujourd'hui le principal mécanisme de soutien à l'énergie éolienne terrestre.

La durée des contrats est de 20 ans afin de tenir compte de l'augmentation de la durée de vie des éoliennes. Le niveau de tarif est fixé de façon à assurer une rentabilité normale des projets sur l'ensemble de leur durée de vie. L'arrêté fixant les conditions et les modalités de ces contrats est notifié à la Commission Européenne.

Lancé en mai 2017, le premier appel d'offres « Éolien terrestre » est divisé en 8 périodes de 6 mois chacune (soit une durée totale de 3 ans) et conduit à l'attribution d'un total de 3 GW de puissance éolienne. Les résultats des 8 périodes sont comme suit :

<sup>10</sup> Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

<sup>11</sup> Loi n° 2013-312 du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre et portant diverses dispositions sur la tarification de l'eau et sur les éoliennes

<sup>12</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>13</sup> En application de la réforme de la fiscalité énergétique prévue par la Loi de Finances rectificative pour 2015 et le décret relatif à la compensation des charges de service public de l'énergie

	Date de délibération	Nombre de lauréats	Puissance totale MW	Prix moyen pondéré €/MWh
1 <sup>ère</sup> période	18/01/2018	22	508,4	65,4
2 <sup>ème</sup> période	12/07/2018	5	118,2	68,2
3 <sup>ème</sup> période	09/05/2019	21	516,5	63,0
4 <sup>ème</sup> période	19/09/2019	20	575,8	66,5
5 <sup>ème</sup> période	13/02/2020	35	749,5	62,9
6 <sup>ème</sup> période	03/09/2020	23	258,5	59,7
7 <sup>ème</sup> période	10/12/2020	15	519,7	59,5
8 <sup>ème</sup> période	27/05/2021	26	404	60,8

## Démantèlement des installations et gestions des déchets

Entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2020, l'arrêté du 22 juin 2020 modifie les prescriptions relatives aux installations éoliennes relevant du régime d'autorisation dans le cadre de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il introduit de nouvelles dispositions, notamment sur l'obligation de démantèlement des fondations en fin de vie du parc, ainsi que des objectifs de traitement des déchets.

Le démantèlement concerne les installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de dix mètres autour des éoliennes et des postes de livraison. Les fondations doivent désormais être excavées dans leur totalité jusqu'à la base de leur semelle (à l'exception des éventuels pieux). Les aires de grutage et les chemins d'accès doivent également être remis en état.

Quant aux déchets de démolition et de démantèlement, ils doivent être réutilisés, recyclés, valorisés, ou, à défaut, éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet. Des objectifs croissants sont fixés : au minimum 90 % de la masse totale des éoliennes (fondations incluses) doivent être démantelés. Ce taux baisse à 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation. Dans ce cas, ces dernières, ainsi qu'au minimum 35 % de la masse des rotors, doivent être réutilisés ou recyclés au 1<sup>er</sup> juillet 2022. À compter du 1<sup>er</sup> janvier 2024, 95 % de la masse totale (toute ou partie des fondations incluses) de tout nouveau parc autorisé devra, lors de sa fin de vie, être réutilisable ou recyclable. La masse des rotors réutilisable ou recyclable devra être de 45 % pour les parcs autorisés après le 1<sup>er</sup> janvier 2023 et de 55 % après le 1<sup>er</sup> janvier 2025.

À noter que l'arrêté introduit également d'autres mesures concernant les règles de sécurité de l'installation, les distances d'éloignement, ainsi que le montant des garanties financières que doivent constituer les exploitants (en fonction du coût unitaire forfaitaire de chaque éolienne).

### La Chine, leader mondial du marché de l'éolien terrestre en capacités installées

La puissance annuelle installée des éoliennes (toutes filières confondues) à l'échelle mondiale augmente de 53 % en 2020, passant de 60,9 GW en 2019 à 93,0 GW (86,9 GW d'éolien terrestre et 6,1 GW d'éolien offshore). Fin 2020, le parc éolien s'élève à 742,7 GW, dont 707,4 GW pour l'éolien terrestre.

L'Asie-Pacifique représente le plus grand marché de l'éolien terrestre (48 % du parc), avec la Chine en tête du classement. Ce pays possède un parc éolien terrestre de 278,3 GW, soit 39 % du parc mondial. L'évolution rapide de la Chine s'explique par la forte implication du gouvernement dans le développement des énergies décarbonées afin de répondre à la demande croissante en énergie du pays.

L'Europe vient en 2<sup>ème</sup> position avec 27 % des capacités mondiales. L'importance du marché européen s'explique par le positionnement historique de pays tels que l'Allemagne et le Royaume-Uni, précurseurs sur les 1<sup>ères</sup> technologies éoliennes. Viennent ensuite les États-Unis (24 % du parc).

Au niveau européen, l'Allemagne dispose du plus grand parc éolien terrestre (54,4 GW en 2020), suivie par l'Espagne (26,8 GW). La France arrive en 3<sup>ème</sup> position avec un parc de 17,5 GW. Globalement, les nouvelles puissances installées dans l'UE s'élèvent à 9,8 GW en 2020, dont 7,4 GW pour l'éolien terrestre. Cette même année, la production d'électricité éolienne de l'UE (toutes filières confondues) est de 397,4 TWh (+8 % par rapport à 2019). La production du parc terrestre s'élève à 350,0 TWh, en hausse de 7 % par rapport à 2019.

Sources : GWEC, *Global Wind Report 2021* ; EurObserv'ER (2021), *État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan*

## Les acteurs de la filière éolienne



Source : France Énergie Éolienne, Observatoire de l'éolien 2021

### Développeurs-exploitants : plus de 130 acteurs

Compte tenu des différentes contraintes de la réglementation, le développement des projets demande en France en moyenne 7 ans (contre 3 à 5 ans en Allemagne<sup>14</sup>) : prise de contact avec les élus, recherche de terrains, réalisation d'études, montage de dossiers administratifs, gestion d'enquêtes publiques, communication auprès du public, montages financiers, délais associés à la gestion de potentiels contentieux.

Plus de 130 entreprises sont spécialisées dans le développement des projets. Selon les cas, les développeurs peuvent vendre les projets après obtention de l'ensemble des autorisations ou après la construction des installations éoliennes. D'autres acteurs se positionnent sur l'ensemble de la durée de vie du projet (développement, construction et exploitation). À ce titre, ils développent et exploitent l'installation et, selon leurs stratégies, peuvent internaliser la vente d'électricité ou l'externaliser en faisant appel à un agrégateur.

Les grands développeurs-exploitants français sont, entre autres : EDF Renouvelables (parc éolien terrestre de 1 939 MW en France) ; Engie via ses filiales Engie Green (982 éoliennes exploitées sur 121 parcs pour 1 950 MW) et Compagnie Nationale du Rhône - CNR (57 parcs d'une puissance cumulée de 676,7 MW) ; BORALEX France (80 parcs en exploitation d'une puissance totale de 1 332,3 MW) ; WPD (207 éoliennes installées sur 29 parcs d'une puissance totale de 492,8 MW et 248,5 MW en développement) ; VALECO (15 parcs d'un total de 235,5 MW) ; Voltalia (un parc de 6 éoliennes pour 12 MW) ; BayWa RE (119 éoliennes sur 19 parcs pour une puissance totale de 263,1 MW) ; VSB France (plus de 300 éoliennes installées et 60 projets en cours pour 1 GW supplémentaire) ; VALEMO (du groupe VALOREM ; 380 MW) ; Total Quadran (62 parcs exploités totalisant 502 MW en juin 2019) ; EnergietEAM (440 éoliennes sur 100 parcs d'une puissance totale de 1 072 MW en exploitation) ; Akuo Energy (12 parcs d'une puissance totale de 182 MW) ; NEOEN (40 centrales d'une puissance totale de 2 079 MW) ; ABO Wind (171 éoliennes sur 32 parcs pour une puissance totale de 339 MW) ; Eurowatt (200 éoliennes autorisées pour 450 MW et 140 en exploitation pour 312 MW) ; Kallista Energy (36 parcs de 432 MW)<sup>15</sup>.

### Plusieurs implantations industrielles dédiées à l'industrie éolienne

Les parcs construits en France sont majoritairement équipés de turbines de marque étrangère. Tous les grands turbiniers disposent d'une filiale sur le territoire national (Vestas, Enercon, Senvion<sup>16</sup>, Nordex, General Electric, Siemens Gamesa Renewable Energy) et intègrent de nombreux sous-traitants et fournisseurs français dans leurs chaînes d'approvisionnement.

Néanmoins, l'industrie éolienne s'est considérablement renforcée sur notre territoire depuis 2012 par l'implantation de quatre sites industriels dédiés à la fabrication d'éoliennes terrestres et maritimes : assemblage de nacelles et génératrices (General Electric à Saint-Nazaire ; Poma Leitwind à Gilly-sur-Isère) et fabrication de pales d'éoliennes maritimes (LM Wind Power à Cherbourg). Une usine de fabrication de pales et de nacelles d'éoliennes offshore au port du Havre (Siemens Gamesa) est en construction pour une première production prévues en 2022.

- Fabricant de transports par câble, Poma Leitwind décide de diversifier ses activités dans l'éolien terrestre. Dès 2017, l'entreprise commence la fabrication et l'assemblage d'éoliennes de technologie Leitwind dans sa nouvelle usine de Savoie, pour une production de 10 à 20 nacelles par an et un investissement de 16 M€. Afin de faire face aux multinationales du secteur et à l'arrivée des acteurs asiatiques, l'entreprise adopte fin 2019 un positionnement de niche avec des produits de petites tailles, adaptés aux contraintes des radars et aux projets de renouvellement des parcs éoliens.
- Francéole, l'un des deux fabricants de mâts en France, est mis en liquidation judiciaire en mai 2017. En 2020, seule l'usine WEC Mâts Béton (Oise) est active, fabriquant 120 à 130 mâts chaque année et employant 70 salariés. L'usine est aujourd'hui menacée de fermer. Un plan de sauvegarde est initié pour sauver les emplois concernés.

<sup>14</sup> Source : Wind Europe

<sup>15</sup> Données fournies par les développeurs et issues de leurs sites officiels

<sup>16</sup> Dépôt de bilan courant 2019. Plusieurs actifs, ainsi que les activités de service onshore, sont acquis par l'entreprise espagnole Siemens Gamesa en 2020.

## Fabrication de composants : une industrie exportatrice

Ce sont 190 entreprises qui produisent des composants vendus aux grands fabricants d'éoliennes étrangers. Certaines sont très spécialisées, à l'instar de Rollix-Defontaine, leader mondial des couronnes d'orientation et des roulements spéciaux pour éoliennes.

Dans d'autres cas, il s'agit de groupes industriels qui développent une activité spécifique sur le marché de l'éolien : Converteam (filiale de General Electric Energy) spécialisé dans les convertisseurs, Schneider Electric pour le matériel électrique, Mersen pour les balais en graphite, Hutchinson pour les courroies de transmission de puissance striée, SDMO pour les groupes électrogènes, BW Ideol Offshore spécialiste de flotteurs en béton, Leroy-Somer spécialisé dans les génératrices, Nexans pour les câbles, et Ferry-Capitain pour les pièces de fonderie.

Des entreprises de taille plus réduite se spécialisent sur certains composants (Stromag France pour les freins). La croissance du marché éolien permet aussi le développement d'entreprises innovantes : Avent Lidar Technology pour la mesure du vent par lidars et Cornis pour l'inspection des pales. Enfin, les métallurgistes fournissent des pièces fabriquées à façon pour la construction ou la maintenance des éoliennes.

Les composants électriques sont largement destinés à l'exportation. En 2020, on évalue à 777 M€ le CA des composants électriques ou mécaniques pour éoliennes et destinés à l'export.

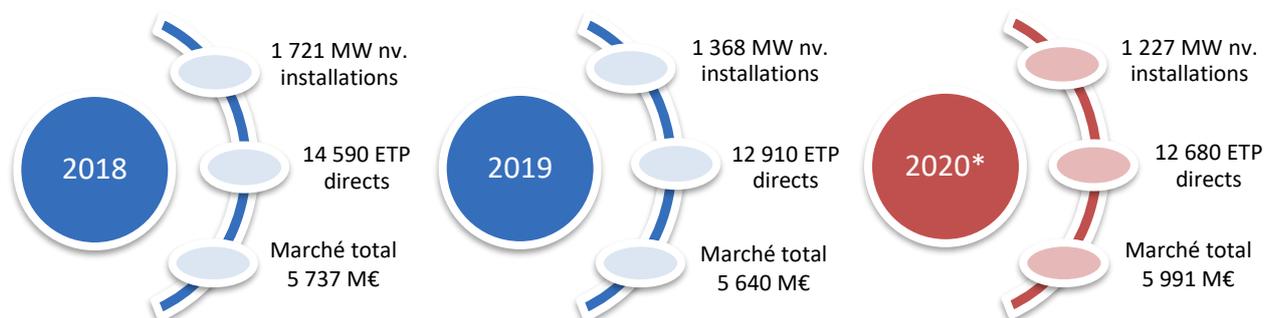
## Assemblage et installation des éoliennes

Ce sont plus de 180 entreprises actives dans le domaine de l'installation des aérogénérateurs, du génie civil, du levage, de l'assemblage et du transport. Les équipes de montage sont souvent internationales et relativement dépendantes des grands fabricants étrangers et des donneurs d'ordre.

## Production d'énergie

Plus d'une centaine d'entreprises exploitent l'ensemble du parc éolien français. Le secteur est relativement concentré, une dizaine d'entreprises regroupant plus de 50 % de la puissance totale installée. Les exploitants les plus importants sont : EDF Renewables, Engie (via ses filiales Engie Green et Compagnie National du Rhône CNR), BORALEX France, WPD, VALECO, Voltalia, EDP Renewables, BayWa RE, VSB, ainsi que le groupe anglais RES (434 éoliennes sur 41 parcs éoliens de 721 MW cumulés en exploitation).

## Situation du marché et de l'emploi



NB : Les puissances installées diffèrent des puissances raccordées pour tenir compte du délai de réalisation des projets.

\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

## Baisse des investissements intérieurs en 2020 après le pic de 2018

Après une période difficile entre 2011 et 2013 du fait de l'invalidation du tarif d'achat pour l'éolien terrestre au niveau européen, l'année 2014 voit le marché de l'éolien terrestre s'améliorer sensiblement : doublement des puissances raccordées sur une année, accroissement de plus de 80 % des investissements intérieurs, et hausse de 35 % de l'ensemble des emplois directs.

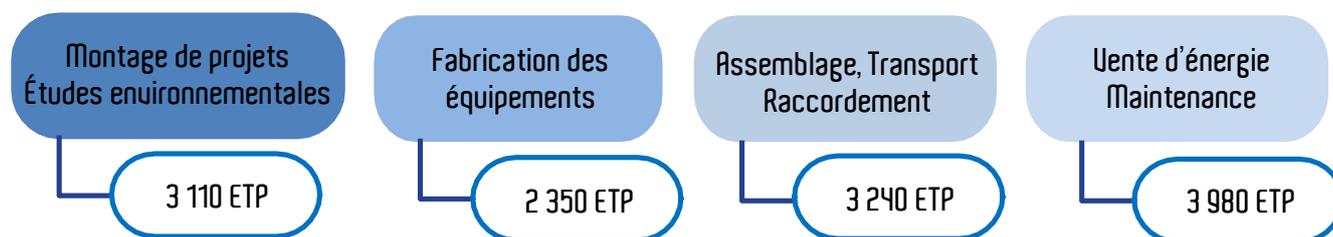
Les nouvelles puissances raccordées diminuent sensiblement de 20 % entre 2019 (1,5 GW) et 2020 (1,2 GW). Cette dernière année, les investissements intérieurs diminuent de 10 % et s'élèvent à 1 626 M€. Ces investissements comportent une part importante d'importation (52 % du total). En 2020, les investissements dans la fabrication française des équipements (y.c. pour les exportations) s'élèvent à 869 M€. La fabrication pour le marché intérieur est en baisse de 13 % et n'est pas compensée par la légère hausse de 1 % des exportations qui représentent 89 % du total de la fabrication. Ces dernières s'élèvent à 777 M€ en 2020 (contre 768 M€ l'année précédente). Ces exportations concernent en premier lieu des composants électroniques et des éléments de structure. Elles incluent également du montage de projets et des études environnementales. Ce chiffre ne prend pas en compte les activités des groupes français à l'étranger. À titre d'exemple, les activités des filiales étrangères d'EDF Renewables ne figurent pas dans ces exportations.

La production d'électricité issue du parc éolien est en forte hausse de 20 % en moyenne par an entre 2018 (27,8 TWh) et 2020 (39,7 TWh). Par conséquent, la valeur de l'exploitation-maintenance du parc et de la vente d'énergie augmente de 21 % en moyenne par an entre 2018 (2 463 M€) et 2020 (3 588 M€). On constate une amélioration du productible du

parc éolien en 2020, avec la production d'énergie en hausse de 16 % par rapport à l'année précédente, alors que le parc raccordé augmente de 6 % (17,6 GW, contre 16,7 GW en 2019).

Au final, la hausse de la valeur des activités d'exploitation-maintenance et des exportations compense la baisse des investissements intérieurs. Après une baisse de 2 % en 2019, le marché total remonte à 5 991 M€ en 2020 (+6 % en un an).

### En 2020, 12 680 ETP directs associés à la filière éolienne française



En 2020, la baisse des investissements entraîne une diminution des emplois directs associés de 5 % entre 2019 (9 150 ETP) et 2020 (8 700 ETP). La hausse de 2 % des emplois liés aux exportations (4 140 ETP en 2020, contre 4 050 ETP en 2019) ne compense pas la baisse des emplois liés aux investissements intérieurs, passant de 5 110 ETP en 2019 à 4 560 ETP en 2020 (-11 %).

Les emplois directs d'investissement de la filière se situent majoritairement dans l'installation des éoliennes (assemblage, transport et raccordement ; 3 240 ETP, dont 410 associés aux exportations). Les activités de développement, de montage de projets et d'études environnementales représentent 3 110 ETP, dont près de 60 % sont associés aux exportations (1 790 ETP). La fabrication d'équipements pour le marché intérieur représente 420 ETP, auxquels s'ajoutent 1 940 ETP pour la fabrication des équipements destinés à l'export. La majeure partie des équipements sur le marché intérieur est importée. Les exportations génèrent ainsi un total de 4 140 ETP.

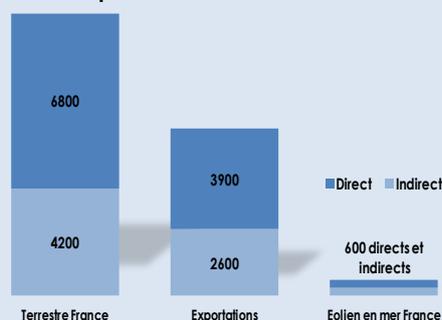
En 2020, l'exploitation, l'entretien-maintenance du parc éolien et la vente intérieure d'énergie nécessitent 3 980 ETP, contre 3 760 ETP l'année précédente. Ces emplois augmentent au rythme des puissances raccordées. En 2020, le parc éolien s'élève à 17,6 GW, en hausse de 6 % en un an.

Au final, les emplois directs de la filière diminuent de 2 % entre 2019 (12 910 ETP) et 2020 (12 680 ETP), malgré la hausse des emplois dans l'exploitation-maintenance, la vente d'énergie et les exportations.

### 18 000 emplois directs et indirects Focus sur l'étude ADEME « Filière éolienne française : Bilans, perspectives et stratégies »

En 2017, l'ADEME publie le 1<sup>er</sup> volet de l'étude BIPS sur la filière éolienne en France. Pour l'année 2015, l'étude présente des estimations de la taille des marchés éoliens (terrestre, marin), du niveau de la production française (marché intérieur), et des **emplois directs et indirects** associés. Les données de l'étude BIPS résultent d'une approche combinant (1) les réponses à une enquête auprès des acteurs de l'éolien en France et (2) l'utilisation d'un modèle de décomposition de la filière économique permettant d'estimer la valeur de la production à chaque maillon de la chaîne de valeur. Cette étude permet d'évaluer les emplois directs et indirects de la filière éolienne française, tout en incluant les emplois liés aux exportations et à la filière éolienne en mer. Au total, ce sont **18 000 emplois directs et indirects** qui sont associés à la production française réalisée sur l'ensemble de la chaîne de valeur en 2015.

#### Répartition des 18 000 emplois directs et indirects de la filière éolienne (ETP)



Source : ADEME (2017), Étude sur la filière éolienne française : Bilans, Perspectives et Stratégies – Partie 1

De légers écarts existent entre l'étude BIPS et l'étude Marchés et Emplois (M&E). Les emplois directs de la filière terrestre française sont évalués à 6 720 ETP dans M&E et à 6 800 ETP dans l'étude BIPS. Les emplois associés aux exportations sont estimés à 3 720 ETP dans l'étude M&E et à 3 900 ETP dans l'étude BIPS. Plusieurs éléments expliquent les différences : prise en compte des puissances installées dans M&E et des puissances raccordées dans BIPS, exploitation directe des données d'entreprise pour la fabrication des mâts dans M&E et utilisation de ratios d'emplois dans BIPS, mise à jour des ratios d'emploi selon les dernières données disponibles dans l'étude M&E.

## Observatoire de l'éolien 2021

France Énergie Éolienne (FEE) réalise chaque année un Observatoire de l'éolien. L'édition 2021 de cet observatoire répertorie 22 570 emplois directs et indirects fin 2020, contre 12 680 ETP directs selon les résultats de la présente étude M&E (édition 2022).

L'écart entre ces deux estimations s'explique par la différence de champ d'étude. L'observatoire de l'éolien inclut, outre les emplois de l'éolien terrestre sur le territoire français, les emplois liés à l'éolien en mer posé (emplois associés aux études, au développement, à la fabrication de composants et d'ingénierie) et à l'éolien flottant (emplois associés à la recherche, le développement et la construction de prototypes pré-commerciaux). L'observatoire inclut également certains emplois que M&E considère comme indirects (assurances, financement, formation, centres de recherche, nouveaux métiers). Par ailleurs, la méthodologie est totalement différente : l'observatoire s'appuie sur une enquête basée sur un recensement des effectifs, tandis que l'étude M&E se base sur une estimation des emplois à partir du marché (MW, chiffres d'affaires).

### Comparaison des résultats d'emplois M&E et FEE en 2020

Emplois en 2020	IN NUMERI	FEE
Fabrication des équipements	2 350	4 280
Études et développement	3 570	6 200
Assemblage, génie civil, transport	2 780	6 450
Exploitation-maintenance	3 980	4 190
<b>Total commun entre FEE et In Numeri</b>	<b>12 680</b>	<b>21 130</b>
Hors champ pour In Numeri	-	1 450
<b>Total</b>	<b>12 680</b>	<b>22 570</b>

Source : Cap Gemini Invent pour France Energie Éolienne, Observatoire de l'éolien 2021, Analyse du marché, des emplois et des enjeux de l'éolien en France

## Objectifs de la PPE vs. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement du parc éolien terrestre à horizon 2023 et 2028.

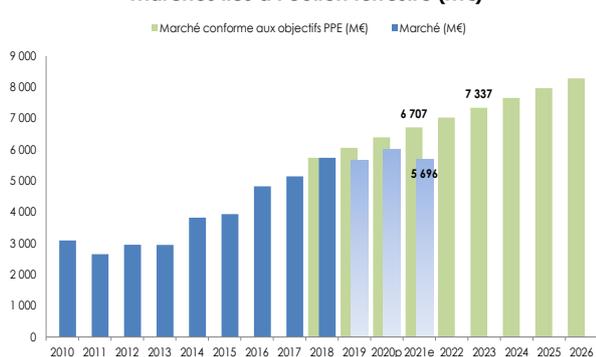
### Capacités installées de production éolienne (GW)

2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
15,1 GW	24,1 GW	33,2 GW	34,7 GW

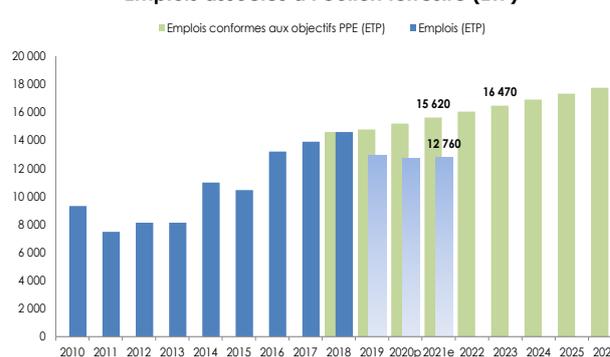
Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 représente donc un parc de 34 GW. Avec un parc raccordé de 15,1 GW en 2018 et un rythme de raccordement annuel de 1,4 GW entre 2014 et 2018, l'objectif moyen de la PPE en 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023) reste ambitieux.

### Marchés liés à l'éolien terrestre (M€)



### Emplois associés à l'éolien terrestre (ETP)



(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

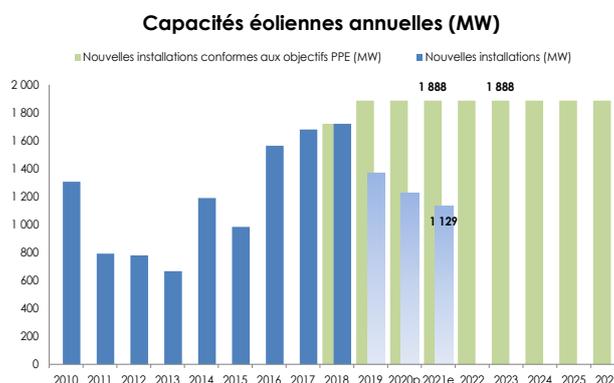
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir l'installation de 1,9 GW de capacités éoliennes (hors repowering) chaque année entre 2019 et 2028, le marché total lié à l'éolien terrestre est estimé à 6,7 Mds€ en 2021 et 7,3 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements (exportations comprises) s'élèveraient à 3,2 Mds€ et l'exploitation-maintenance à 4,1 Mds€. Les emplois atteindraient 16 470 ETP en 2023 : 10 940 ETP liés aux investissements et 5 540 ETP liés à l'exploitation et la maintenance du parc éolien.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE : 5,7 Mds€ et 12 760 ETP pour la tendance, 6,7 Mds€ et 15 620 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à installer annuellement selon chaque cas de figure. Selon le tableau de bord éolien 2021 du SDES (donnée provisoire sur le 4<sup>ème</sup> trimestre), les nouvelles capacités diminuent de 8 % en un an, ce qui représente des nouvelles installations de 1 129 MW. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait installer 1 888 MW de capacités éoliennes cette même année (+67 %).

En 2021, la filière connaît un retard structurel d'implantation de capacités installées, dû à une hausse des contraintes spatiales, limitant le développement des parcs éoliens.



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la filière

### Appel d'offres PPE2

En août 2021, la CRE publie les nouveaux cahiers des charges pour la 1<sup>ère</sup> période des AO « PPE2 » pour le développement des installations éoliennes terrestres. La puissance cumulée appelée est répartie en dix périodes de candidature (à raison de deux périodes par an), dont la première est lancée le 15 novembre, avec une date limite de dépôt des offres le 26 novembre 2021. Le volume appelé est de 700 MW pour cette 1<sup>ère</sup> période, même s'il peut augmenter à 925 MW si le nombre de projets éligibles est supérieur à 700 MW. Pour l'ensemble des 9 périodes suivantes, ce volume est fixé à 925 MW.

### Mesures prévues par la PPE

- Prioriser l'utilisation d'appels d'offres pour soutenir la filière en réduisant le périmètre du guichet ouvert aux parcs de petite taille et développés dans des zones contraintes et aux parcs citoyens ;
- Maintenir un cadre réglementaire stable en ce qui concerne l'autorisation des parcs, le simplifier si possible et permettre des temps de développement raisonnables pour les porteurs de projets, tout en assurant une bonne prise en compte des enjeux environnementaux et une maîtrise des impacts sur l'environnement et les populations riveraines ;
- Favoriser la réutilisation des sites éoliens en fin de vie pour y réimplanter des machines plus performantes (renouvellement) ;
- Mener l'expérimentation de solutions innovantes pour réduire l'impact du balisage lumineux tout en préservant la sécurité des aéronefs et permettre d'envisager de nouveaux dispositifs pouvant prétendre à une homologation en 2021 ;
- Élaborer un protocole pour mesurer avec exactitude et de manière non discutable les niveaux de bruits générés par les éoliennes ;
- Mettre en place un dispositif pour que le développement de l'éolien soit plus équilibré au niveau national et éviter des risques de saturation ;
- Lancer deux appels d'offre par an à hauteur de 925 MW par période, à compter du second semestre 2020 (hors renouvellement et repowering).

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

# Résultats détaillés

## Marchés liés à l'éolien terrestre

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France	77	112	118	80	82	84	135	114	127	138	143	106	92
Importations d'équipements	624	907	952	567	554	458	832	682	1 161	1 268	1 320	944	850
Construction, installation d'équipements	349	508	533	329	329	286	518	435	703	768	799	574	515
Montage de projets, Études préalables	62	91	95	69	80	78	156	144	232	253	264	189	170
<b>Total des investissements</b>	<b>1 113</b>	<b>1 617</b>	<b>1 698</b>	<b>1 045</b>	<b>1 044</b>	<b>905</b>	<b>1 641</b>	<b>1 376</b>	<b>2 224</b>	<b>2 427</b>	<b>2 526</b>	<b>1 814</b>	<b>1 626</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>188</b>	<b>484</b>	<b>841</b>	<b>1 033</b>	<b>1 310</b>	<b>1 421</b>	<b>1 534</b>	<b>1 889</b>	<b>1 896</b>	<b>1 993</b>	<b>2 463</b>	<b>3 058</b>	<b>3 588</b>
<b>Marché intérieur *</b>	<b>1 301</b>	<b>2 101</b>	<b>2 539</b>	<b>2 077</b>	<b>2 354</b>	<b>2 326</b>	<b>3 175</b>	<b>3 264</b>	<b>4 120</b>	<b>4 420</b>	<b>4 989</b>	<b>4 872</b>	<b>5 214</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements et ingénierie	455	539	549	574	598	621	645	666	701	722	748	768	777
<b>Marché total **</b>	<b>1 756</b>	<b>2 640</b>	<b>3 088</b>	<b>2 651</b>	<b>2 951</b>	<b>2 947</b>	<b>3 820</b>	<b>3 931</b>	<b>4 821</b>	<b>5 142</b>	<b>5 737</b>	<b>5 640</b>	<b>5 991</b>
<b>Production **</b>	<b>1 131</b>	<b>1 734</b>	<b>2 136</b>	<b>2 084</b>	<b>2 398</b>	<b>2 488</b>	<b>2 988</b>	<b>3 248</b>	<b>3 660</b>	<b>3 874</b>	<b>4 417</b>	<b>4 696</b>	<b>5 141</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et vente intérieure d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total + Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois directs associés à l'éolien terrestre

Emplois directs (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	380	520	560	340	410	460	640	560	700	660	630	480	420
Construction, installation d'équipements	2 400	3 020	3 620	2 060	2 110	1 750	3 420	2 680	4 220	4 390	4 500	3 160	2 830
Montage de projets, Études préalables	470	640	770	550	640	630	1 250	1 150	1 850	2 020	2 110	1 470	1 320
<b>Total</b>	<b>3 250</b>	<b>4 180</b>	<b>4 940</b>	<b>2 950</b>	<b>3 160</b>	<b>2 830</b>	<b>5 300</b>	<b>4 390</b>	<b>6 770</b>	<b>7 070</b>	<b>7 250</b>	<b>5 110</b>	<b>4 560</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>390</b>	<b>810</b>	<b>1 350</b>	<b>1 540</b>	<b>1 720</b>	<b>1 850</b>	<b>2 120</b>	<b>2 330</b>	<b>2 650</b>	<b>3 070</b>	<b>3 400</b>	<b>3 760</b>	<b>3 980</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>3 640</b>	<b>4 990</b>	<b>6 300</b>	<b>4 490</b>	<b>4 880</b>	<b>4 690</b>	<b>7 420</b>	<b>6 720</b>	<b>9 420</b>	<b>10 150</b>	<b>10 650</b>	<b>8 870</b>	<b>8 540</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>2 450</b>	<b>2 750</b>	<b>3 010</b>	<b>2 990</b>	<b>3 240</b>	<b>3 430</b>	<b>3 570</b>	<b>3 720</b>	<b>3 780</b>	<b>3 760</b>	<b>3 940</b>	<b>4 050</b>	<b>4 140</b>
Fabrication des équipements	2 070	2 150	2 050	1 920	2 010	2 070	2 070	2 090	2 040	1 890	1 940	1 980	1 940
Construction, installation d'équipements	0	60	140	170	210	230	280	300	330	340	370	380	410
Montage de projets, Études préalables	380	530	820	900	1 030	1 130	1 220	1 330	1 420	1 530	1 630	1 690	1 790
<b>Total des emplois</b>	<b>6 090</b>	<b>7 740</b>	<b>9 310</b>	<b>7 480</b>	<b>8 130</b>	<b>8 120</b>	<b>10 990</b>	<b>10 450</b>	<b>13 200</b>	<b>13 900</b>	<b>14 590</b>	<b>12 910</b>	<b>12 680</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Puissances annuelles, parc et production d'énergie de la filière éolienne terrestre

MW	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puissances annuelles installées	890	1 198	1 306	792	780	666	1 190	984	1 564	1 680	1 721	1 368	1 227
Puissances annuelles raccordées	840	1 081	1 255	830	815	558	1 176	988	1 461	1 817	1 578	1 452	1 156
Parc raccordé en fin d'année	1 717	3 588	5 979	6 811	7 625	8 206	9 375	10 308	11 723	13 610	15 075	16 660	17 611
Production d'énergie (TWh)	2 223	5 760	10 001	12 104	14 984	16 106	17 318	21 319	21 473	22 595	27 803	34 135	39 685

Source : SDES, Tableaux de bord de l'éolien

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements (M€)</b>	Puissances installés x Prix unitaire		
Puissances installées (MW)		SDES, Tableaux de bord éolien	***
Prix (M€/MW)		2006 à 2014 : SER, FEE, CRE 2015 : ADEME (2017 <sup>17</sup> , 2019 et 2022 <sup>18</sup> )	***
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>	Tour ; Pales ; Rotors ; Turbine ; Autres équipements ; Montage de projets ; Études techniques ; Assemblage ; Génie civil ; Raccordement	2008 et 2013 : Données du SER 2006 à 2010 : Données EWEA 2015 à 2020 : ADEME, Étude BIPS	**
<b>Exportations (M€)</b>	Répartition par segments de la chaîne de valeur	2006 : Étude sur la stratégie nationale de recherche sur l'énergie 2015 : ADEME, Étude BIPS	*
<b>Importations (M€)</b>		Estimation In Numeri	*
<b>Vente d'énergie (M€)</b>	Production d'énergie x Prix unitaire		
Production d'énergie (GWh)		SDES, Tableaux de bord éolien	***
Prix unitaire (€/MWh)		CRE, Délibérations pour CSPE, Annexes 1	***
<b>Fabrication (M€)</b>			
Fabrication de mâts (M€)		Comptes des entreprises	**
Autres segments (M€)	Marché intérieur + Exportations - Importations	Hypothèse In Numeri	**
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication d'équipements (ETP)		Mâts et tours : Compte des entreprises Autres équipements : 2006-2008 et 2017-2019 CN 2009-2016 ESANE (NAF 22.23, 27, 28.11, 28.15)	**
Autres maillons de la chaîne de valeur (ETP)	Montage, études, assemblage, génie civil, raccordement	2006-2008 et 2016/2017-2019 CN 2009-2015/2016 ESANE (NAF 42, 42.22Z, 43.99B, 71.12B)	**
Exploitation-maintenance (ETP)	0,23 ETP/MW	SER ; ADEME (Études BIPS et Coûts des EnR&R)	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

<sup>17</sup> ADEME (2017), « Étude sur la filière éolienne française : Bilan, prospective et stratégie », Partie 1 : Analyse de la chaîne de valeur, état des lieux de la filière France et benchmark international

<sup>18</sup> ADEME (2019 et 2022), Coûts des EnR&R en France

# Méthode générale d'évaluation

## Marché total : investissement + exploitation-maintenance

L'investissement (marché intérieur et exportations) pour l'implantation des éoliennes est évalué à partir d'une méthode [Prix x Quantité] :

- Coût unitaire selon les données du SER (2006 à 2014) ; ADEME, Étude BIPS (donnée 2015) ; ADEME, Étude Coûts des EnR&R en France (donnée 2018 à 2020).
- Estimation des puissances installées dans l'année à partir des raccordements trimestriels issus du tableau de bord de l'éolien (SDES) comme suit :  $\frac{1}{4}$  des raccordements en t +  $\frac{1}{2}$  raccordements en t+1 +  $\frac{1}{4}$  raccordements en t+2.

Ces investissements sont décomposés par segments de la chaîne de valeur à partir d'une répartition des coûts issue des sources suivantes : 2008 et 2013 SER ; 2006 à 2009 EWEA (The economics of wind energy) ; 2015 à 2020 ADEME (Étude BIPS). Des interpolations linéaires sont réalisées entre ces différents points.

Le montant des exportations est connu pour 2006 (Stratégie nationale de recherche sur l'énergie) et 2015 (ADEME, Étude BIPS). Notons que les exportations incluent celles relatives à l'éolien offshore. Les importations sont issues d'hypothèses retenues par In Numeri et validées auprès des professionnels. La fabrication des entreprises françaises est dès lors estimée par solde : Marché intérieur + Exportations – Importations.

Le marché lié à la vente d'électricité produite par le parc éolien est calculé selon les données de la CRE sur les prix (Délibérations sur les CSPE, Annexes 1) et les données du SDES sur la quantité d'électricité produite (Tableaux de bord).

### Estimation des emplois

- **Emplois d'investissement** : Ces emplois sont définis par segment de la chaîne de valeur selon un ratio [Production/Emploi] correspondant à chaque activité et calculé à partir des données de la Comptabilité Nationale (2006 à 2008 et 2016/2017 à 2019) et d'ESANE (2009 à 2015/2016). Les ratios 2020 sont considérés identiques à ceux de 2019.
- **Emplois d'exploitation-maintenance** : Ces emplois sont estimés en appliquant un ratio de 0,23 ETP/MW calculé selon les données du SER. Ce ratio est cohérent avec les résultats des études BIPS (2017) et Coûts des EnR&R en France (2019 et 2022) de l'ADEME.

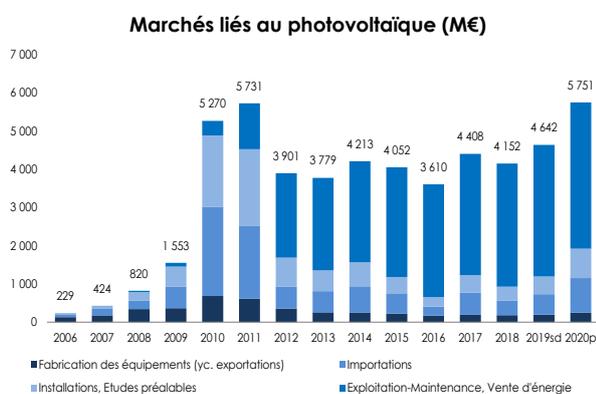
# 2. Photovoltaïque

## Points clés

### Marché en croissance en 2020

Le marché du photovoltaïque s'est profondément transformé depuis la chute des tarifs d'achat de 2011. En termes de puissance installée, la part des installations résidentielles diminue au profit des installations en grandes toitures et des centrales au sol, impulsées par les appels d'offres gouvernementaux. Les centrales au sol étant quatre fois moins intenses en emploi que les petites toitures, et pour faire suite au moratoire de 2011, on constate une forte réduction des emplois générés (ADEME 2015, Étude BIPS).

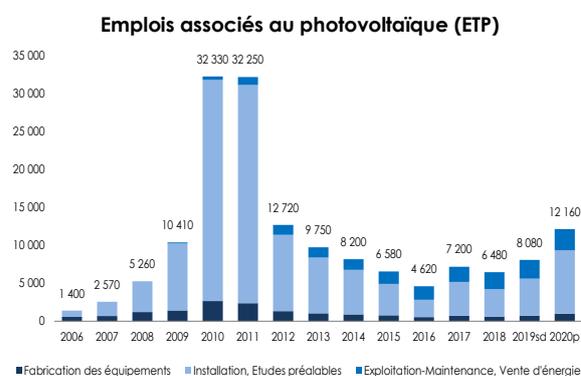
Après une chute de 21 % en 2018 par rapport à 2017 (1 065 MW), les nouvelles installations repartent à la hausse de 43 % en moyenne par an entre 2018 (839 MW) et 2020 (1 705 MW).



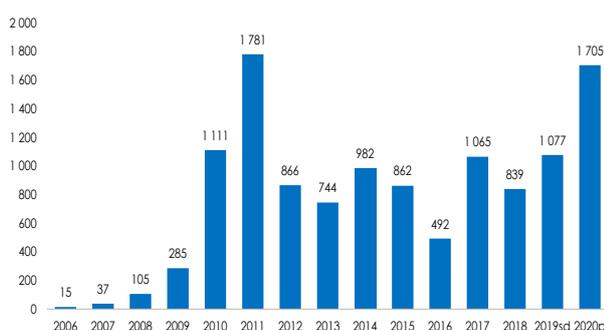
### Tendances observées 2018-2020

<b>Puissance annuelle installée (MW)</b>	↗
<b>Puissance annuelle raccordée (MW)</b>	↗
<b>Investissements intérieurs (M€)</b>	↗
<b>Marché total (M€)</b>	↗
<b>Emplois liés aux investissements (ETP)</b>	↗
<b>Emplois liés à la vente d'énergie (ETP)</b>	↗

En 2020, la hausse des installations (petites, moyennes et grandes toitures, centrales au sol) et la hausse du marché et de l'emploi par rapport à 2018, avec 5 751 M€ et 12 160 ETP en 2020, contre 4 152 M€ et 6 480 ETP en 2018, soit des hausses respectives de 39 % et 88 %.

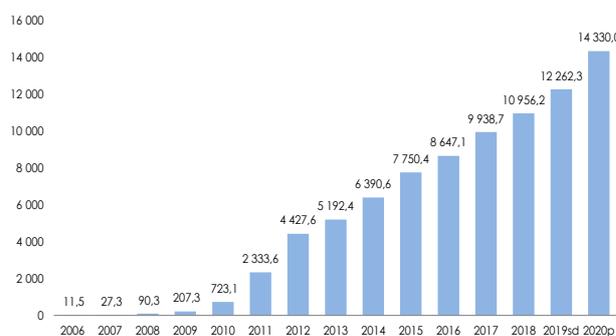


### Nouvelles installations annuelles (MW) \*



(\*) Compte tenu des files d'attente et des délais de construction, les installations sont différentes des raccordements (1 192 MW en 2020).

### Énergie produite (y.c. autoconsommation ; MWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés du solaire photovoltaïque. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Fabrication des équipements**  
**Distribution des équipements**  
**Installation**  
**Maintenance**

Fabrication de capteurs et de composants  
 Grossistes  
 Pose dans les logements individuels, les bâtiments collectifs et les centrales au sol  
 Exploitation, entretien et maintenance courante

## Contexte réglementaire

### Tarifs d'achat « en guichet ouvert » pour les installations de moins de 100 kWc

Pour les installations sur bâtiments de moins de 100 kWc et, depuis octobre 2021 jusqu'à 500 kWc<sup>19</sup>, l'électricité produite par les installations photovoltaïques fait l'objet d'une obligation d'achat par EDF OA (EDF agence Obligation d'Achat), les entreprises locales de distribution ou les organismes agréés qui sont obligés d'acheter l'électricité produite à un tarif d'achat. Les contrats d'achat sont conclus sur 20 ans. Chaque trimestre, les tarifs d'achat font l'objet d'ajustement en fonction des demandes de raccordement, et diminuent si le nombre de demandes de raccordement est conforme à la trajectoire cible.

Les dispositions réglementaires qui régissent le tarif d'achat en guichet ouvert introduisent également un mécanisme de soutien spécifique pour les installations en autoconsommation avec un tarif d'achat spécifique pour la vente du surplus d'électricité et une prime à l'investissement.

### Appels d'offres avec rémunération au-delà de 100 kWc

Pour les installations de plus de 100 kWc (et de plus de 500 kWc pour les installations sur bâtiments depuis octobre 2021), le mécanisme de soutien repose sur des appels d'offres permettant d'obtenir un complément de rémunération selon la famille de candidature dans laquelle le projet est présenté. Les principaux appels d'offres (AO) sont les suivants :

- **Installations sur bâtiments, ombrières de parking, hangars et serres agricoles de 100 kWc à 8 MWc.** AO lancé en septembre 2016 pour un volume total de 2 375 MW. Sur 13 périodes de délibération (d'avril 2017 à septembre 2021), près de 4 480 lauréats sont retenus pour une puissance totale de 2 221,4 MW (1 119,8 MW sur des installations d'une puissance comprise entre 100 et 500 kWc ; 1 101,5 MW sur des installations d'une puissance comprise entre 500 kWc et 8 MWc).
- **Centrales au sol de 500 kWc à 17 MWc.** AO lancé en août 2016 pour un volume total de 3 920 MWc. Sur 10 périodes de délibération (de mars 2017 à septembre 2021), 845 lauréats sont retenus pour une puissance totale de 6 062,1 MW (3 785 MW sur des installations au sol de puissance strictement supérieure à 5 MWc ; 1 659,9 MW sur des installations au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 5 MWc ; 614,2 MW sur des installations sur ombrières de parking de puissance comprise entre 500 kWc et 10 MWc).

### Soutien pour la recherche et le développement

Le financement de la recherche et du développement passe par la mise en place de plusieurs programmes de R&D, au niveau national comme européen.

#### 2006

- Mise en place du CIDD
- Tarif d'achat avec prime d'intégration au bâtiment

#### 2009

- PPI : Objectifs d'installations : 1,4 GW en 2012 et 5,4 GW en 2020

#### 2010

- Tarif d'achat avec renforcement des critères intégrés au bâtiment

#### 2011

- Moratoire (janvier à mars)
- Réduction du CIDD
- Appels d'offres pour les installations > 100 kWc

#### 2013

- Bonification du tarif d'achat selon l'origine des panneaux

#### 2014

- Abrogation de la bonification du tarif d'achat
- Suppression du CIDD

#### 2016

- Lancement des Appels d'Offres CRE pour les installations sur bâtiments de puissance comprise entre 100 kWc et 8 MWc " Marché + prime "
- Lancement des Appels d'Offres CRE pour les centrales au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 17 MWc " Marché + prime "
- Cadre pour l'autoconsommation d'électricité
- Intégration au budget de l'État du financement du soutien aux EnR par l'intermédiaire du Compte d'Affectation Spéciale " Transition Énergétique "

#### 2017

- Nouveaux tarifs d'achat + Prime à l'investissement pour l'autoconsommation
- Lancement des Appels d'Offres CRE pour les installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire

#### 2018

- Fin des lois antidumping

#### 2021

- Arrêté relevant le seuil du guichet ouvert des installations sur toitures de 100 à 500 kWc
- Publication de la feuille de route de l'ADEME pour mener la filière vers l'excellence environnementale

#### 2022

- Application de la RE 2020 au 1er janvier sur le principe des Bâtiments à Énergie Positive (BEPOS) : bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il en consomme

<sup>19</sup> Arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale

Doté de 57 Mds€, le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) a pour vocation de financer des investissements innovants et prometteurs sur le territoire, et d'accélérer la mise sur le marché de ces solutions innovantes. Dans le cadre de ce PIA, l'ADEME (en tant qu'opérateur de l'État) lance des appels à projets « Démonstrateurs et Territoires d'Innovation de Grande Ambition ; DTIGA ». Ouverts jusqu'au 31 mars 2021, ces appels à projets offrent aux entreprises des opportunités de financement pour leur innovation si le montant de leur projet est supérieur ou égal à 2 M€. Ces appels à projets portent sur trois thématiques : Systèmes énergétiques - Villes et territoires durables ; Économie circulaire - Écoefficiente dans l'industrie, l'agriculture et l'eau ; Bioéconomie et protection de l'environnement.

Pour le « Concours d'innovation i-Nov », l'objectif est de soutenir des projets innovants portés par des start-ups et des PME, ainsi que de favoriser l'émergence accélérée d'entreprises leaders dans leur domaine, pouvant prétendre à une envergure mondiale. Ce concours sélectionne des projets d'innovation au potentiel particulièrement fort et permet de cofinancer des projets de recherche, développement et innovation, dont les coûts totaux se situent entre 600 000 € et 5 M€. Sur les 5 vagues du concours (de décembre 2017 à mai 2020), plus de 350 lauréats sont retenus, dont une dizaine de projets en lien avec l'énergie photovoltaïque et l'autoconsommation (Cythelia Energy, DualSun, Steadysun, Hawk, Voltinov, ReuniWatt, Énergies Demain, Rosi, SolarCloth, Dracula Technologies, AX Solar Robot).

De plus, en mars 2017, la ministre en charge de l'énergie annonce le lancement d'un appel d'offres pour le développement de technologies solaires innovantes pour une puissance de 210 MWc. Selon les résultats des trois premières périodes (de janvier 2018 à octobre 2020), près de 140 lauréats sont retenus, avec une puissance totale de 319,8 MW (73,2 MW à un prix moyen pondéré de 80,7 €/MWh, 104,0 MW à un prix moyen pondéré de 82,8 €/MWh et 142,6 MW à un prix moyen pondéré de 85,1 €/MWh). Complément d'autres programmes de recherche, cet AO aide ainsi à dérisquer les premières installations commerciales utilisant des innovations.

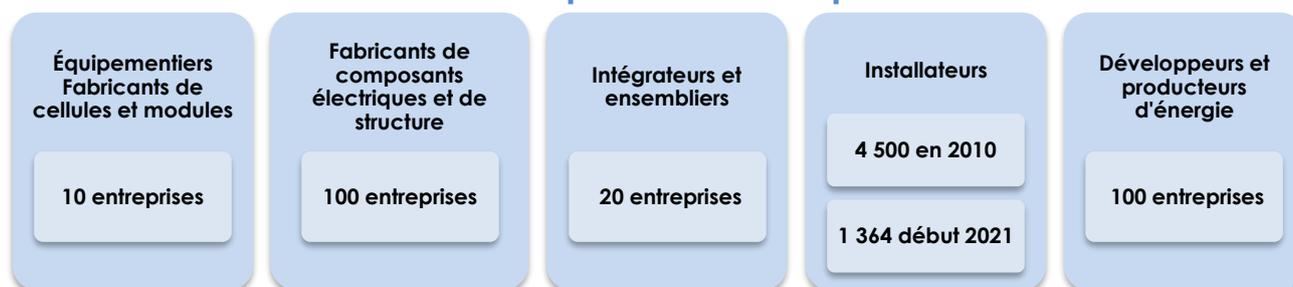
### Photovoltaïque dans le monde : la Chine en tête du marché

En 2020, 773,2 GW sont installés dans le monde, dont 145,2 GW de nouvelles installations pour la seule année 2020. Cette même année, la Chine se place largement en tête du marché mondial du photovoltaïque, avec 48,2 GW installés dans l'année et un parc total de 252 GW.

En 2020, 136,1 GW sont installés en Europe, produisant 139,2 TWh. L'Allemagne reste en tête des puissances installées (53,7 GW) et porte le 1<sup>er</sup> marché le plus actif sur l'année, avec 4,8 GW supplémentaire par rapport à 2019. S'en suivent les Pays-Bas (+3,7 GW), la Pologne (+2,4 GW), l'Espagne (+1,4 GW) et la France (+1,2 GW).

Source : EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan

## Les acteurs de la filière du photovoltaïque



Sources : ADEME (2015), Étude BIPS-Enerplan sur la filière photovoltaïque en France ; Qualit'EnR (2021), Rapport d'activité 2020 ; Observ'ER (2021), Research and industry – PV Made in France, Perspectives #1

### Équipementiers et fabricants de cellules et de modules : une dizaine d'entreprises

Dans la partie la plus en amont de la filière, quelques groupes industriels produisent des équipements pour la production du silicium, des wafers (tranches de silicium), des cellules et des modules. Ces entreprises bénéficient de positions relativement favorables sur des marchés très exposés à l'international (ECM Technologies, EDF ENR PWT (filiale d'EDF, anciennement Photowatt), Eolite System, Solean).

Face à une concurrence accrue sur le marché mondial des modules, une dizaine de PME françaises poursuit une activité de fabrication de modules (souvent à partir de cellules importées), telles que Voltec Solar, Reden-Solar, Photowatt, Apollon Solar, SolarCloth System et Systovi.

### Fabricants de composants électriques et de structure : près de 100 entreprises

Une quarantaine d'entreprises sont actives sur le segment des équipements électriques (onduleurs, connexion, monitoring), parmi lesquelles Schneider, Leroy-Somer, Huawei Technologies France, Nexans, ainsi que Socomec. La fabrication d'équipements de structures et de fixation concerne une cinquantaine d'entreprises.

## Intégrateurs et assembleurs : une vingtaine d'entreprises

Ces entreprises sont en général des PME à rayonnement régional (Altus Energy, Dome Solar, Groupe Solution Energie GSE). Certaines se sont spécialisées dans la pose d'ombrières de parking (Gagnepark, Heliowatt et Impact Energie).

À noter que quelques sociétés commercialisent également des panneaux photovoltaïques hybrides, proposant ainsi une valorisation à la fois électrique et thermique (DualSun et Base Innovation).

## Installateurs : près de 1 400 entreprises début 2021

Au 4 janvier 2021, l'association Qualit'EnR regroupe 1 364 installateurs avec une qualification liée au photovoltaïque (892 en QualiPV Électricité, 374 en QualiPV Bâtiment et 98 QualiPV 0-250), contre plus de 4 500 en 2010.

Il existe également les certifications de Qualifelec Solaire Photovoltaïque (SPV) et d'AQPV (Alliance Qualité Photovoltaïque ; 41 entreprises certifiées en 2022).

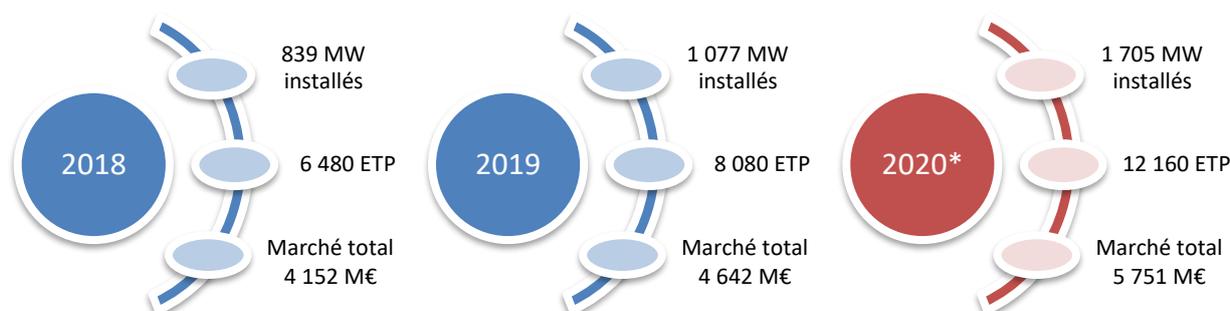
## Développeurs et producteurs d'énergie : 100 entreprises

À côté des généralistes tels EDF (via sa filiale EDF Renouvelables), ENGIE ou Total, une petite centaine d'entreprises développent, réalisent et exploitent des projets de centrales photovoltaïques (Akuo Energie, Amarenco, CNR, Générale du Solaire, Urbasolar, et Voltalia entre autres).

## Stockage : 10 entreprises

Les installations photovoltaïques peuvent être associées à des capacités de stockage, notamment dans les territoires d'outre-mer. Les fabricants Tesla, SAFT ou Forsee Power fournissent des batteries lithium-ion. D'autres entreprises proposent des solutions hydrogènes (McPhy Energy).

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

## Baisse du prix des systèmes photovoltaïques sur grandes toitures et centrales au sol

Pour faire suite à l'arrivée de modules à bas coûts en provenance de Chine, les prix des systèmes photovoltaïques chutent à partir de 2009. Depuis 2013, les économies d'échelle engendrées par la hausse de la puissance moyenne des installations accélèrent la baisse des prix<sup>20</sup>.

Le coût unitaire d'investissement des installations résidentielles intégrées au bâti de moins de 9 kWc diminue de 69 % entre 2009 (6,9 €/Wc) et 2017 (2,2 €/Wc). Ce coût se stabilise à 2,2 €/Wc en 2018 et 2020, avec une légère augmentation à 2,3 €/Wc en 2019.

Le coût d'investissement du Wc installé en moyenne et grande toiture est en baisse permanente depuis 2009, passant de 6,4 €/Wc à 1,3 €/Wc en 2018 et se stabilisant à 1,2 €/Wc en 2019 et 2020.

Pour les centrales au sol (avec une puissance supérieure à 250 kW), ce coût passe de 5,2 €/Wc en 2009 à 0,9 €/Wc en 2017, avant de se stabiliser à 0,8 €/Wc de 2018 à 2020.

## Hausse des installations dans le tertiaire et le résidentiel

Les nouveaux raccordements augmentent de 6 % en moyenne par an entre 2018 (862 MW) et 2020 (973 MW).

Sur cette période, le marché se développe principalement autour des très grandes toitures ou ombrières de parking (tertiaire). En effet, le marché des grandes toitures s'est fortement développé et passe de 255 MW raccordés en 2018 à 403 MW en 2020, soit une hausse moyenne de 26 % par an.

Le résidentiel, en chute depuis 2011, augmente à nouveau à partir de 2018 (83 MW) et atteint 110 MW en 2020 (+15 % en moyenne par an). Néanmoins, il reste très inférieur à son niveau de 2010 (290 MW).

<sup>20</sup> Sources : SER ; SDES ; ADEME (2015), Étude BIPS-Enerplan sur la filière photovoltaïque en France ; ADEME (2019 et 2022), Coûts des EnR&R en France

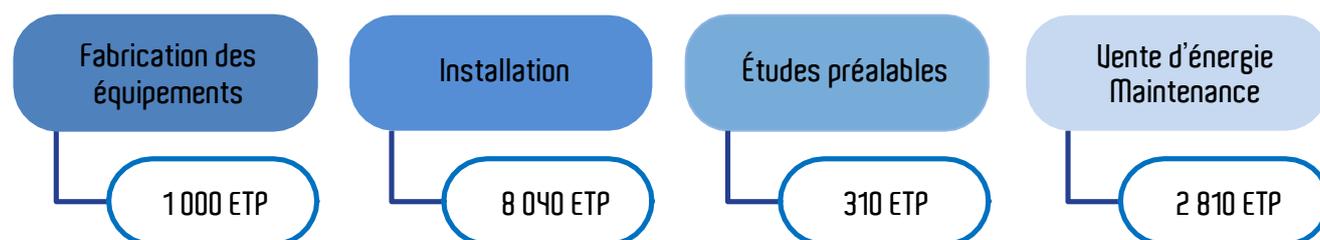
Depuis 2019, la part des raccordements de plus de 250 kWc (centrales au sol) diminue et passe de 61 % en 2018 à 47 % en 2020. Après une légère augmentation de 2 % en 2019 (535 MW), les nouveaux raccordements des centrales au sol diminuent de 14 % en 2020, avec 460 MW.

En 2020, le marché total du photovoltaïque s'élève à 5,8 Mds€, en hausse de 18 % en moyenne par an par rapport à 2018 (4,2 Mds€). Conséquence à la fois de la hausse des installations des équipements résidentiels (2,2 €/Wc) et tertiaire (1,2 €/Wc) plus onéreux que les équipements des centrales au sol (0,8 €/Wc), ainsi que de la hausse du marché des ventes d'énergies.

La hausse du marché concerne les investissements (exportations comprises), qui passent de 0,9 Mds€ en 2018 à 1,2 Mds€ en 2019 (+29 %) et 1,9 Mds€ en 2020 (+61 %).

La production d'électricité photovoltaïque s'élève à 14,3 TWh en 2020. Sur la base des prix de l'obligation d'achat, la valeur de l'électricité injectée sur le réseau s'élève à 3,8 Mds€, contre 3,4 Mds€ en 2019 et 3,2 Mds€ en 2018.

### Des emplois multipliés par 1,5 en 2020



L'ensemble des emplois suit la même tendance que les marchés : 12 160 ETP en 2020, contre 8 080 ETP en 2019, soit une augmentation de 50 %. La hausse concerne principalement les emplois d'investissements (fabrication, installation et études préalables), en forte hausse de 67 % sur la période. Ces emplois sont estimés à 9 350 ETP en 2020. Les emplois correspondant à la production d'énergie sont, quant à eux, estimés à 2 810 ETP, en hausse de 13 % par rapport à 2019.

La chute des emplois observée entre 2011 et 2016, ainsi que sur l'année 2018, concerne essentiellement l'activité d'installation, maillon de la filière constituant le principal vivier d'emplois. Cette baisse est la conséquence du recul des puissances raccordées, mais aussi de la transformation du marché en faveur des centrales au sol. Au plus fort de la bulle en 2010, l'installation de systèmes photovoltaïques générait 26 920 emplois, contre seulement 8 040 ETP en 2020.

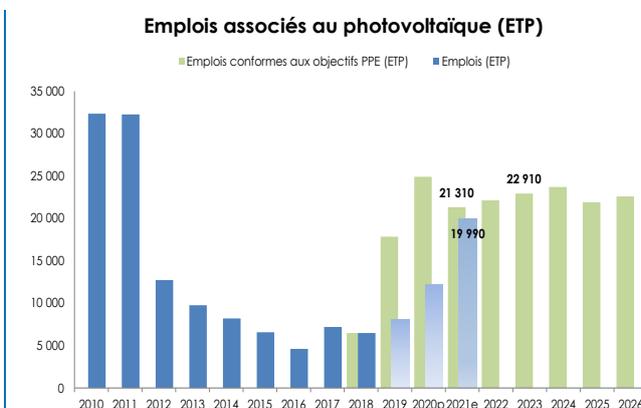
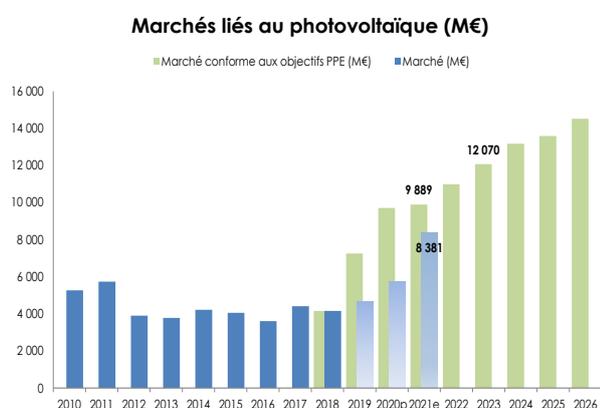
## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) pour le solaire photovoltaïque à horizon 2023 et 2028.

Capacités installées de production photovoltaïque (GW)				
	2016	2018	2023	2028
Panneaux au sol	3,8 GW	5,6 GW	11,6 GW	20,6 à 25,0 GW
Panneaux sur toitures	3,2 GW	4,6 GW	8,5 GW	14,5 à 19,0 GW
<b>Total</b>	<b>7 GW</b>	<b>10,2 GW</b>	<b>20,1 GW</b>	<b>35,1 à 44 GW</b>

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 représente donc un parc de 39,6 GW. On rappelle que le parc raccordé en 2018 s'élève à 8,9 GW (SDES) et que le rythme de raccordement annuel est de 0,8 GW entre 2013 et 2018.



(\* Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

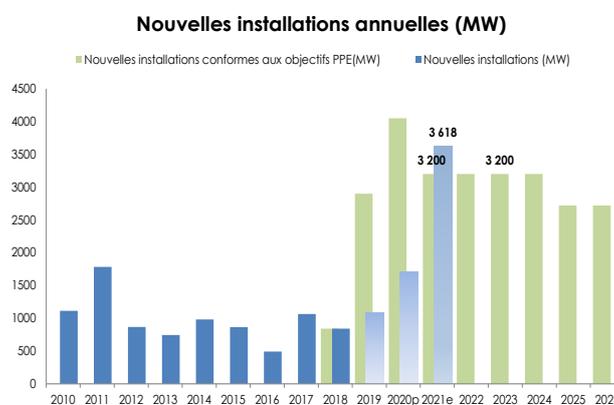
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir l'installation de près de 3,1 GW de nouveaux projets photovoltaïques en moyenne chaque année entre 2019 et 2028, le marché total lié au solaire photovoltaïque est estimé à 9,9 Mds€ en 2021 et 12,1 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements (exportations comprises) s'élèveraient à 3,4 Mds€ et l'exploitation-maintenance à 8,7 Mds€. Les emplois atteindraient 22 910 ETP en 2023 : 16 540 ETP liés aux investissements et 6 370 ETP liés à l'exploitation et la maintenance du parc photovoltaïque.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance reste en-dessous de la trajectoire PPE : 8,4 Mds€ et 19 990 ETP pour la tendance, 9,9 Mds€ et 21 310 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à installer annuellement selon chaque cas de figure. Selon les estimations basées sur les tableaux de bord photovoltaïque 2021 du SDES concernant les nouveaux raccordements annuels (donnée provisoire sur le 4<sup>ème</sup> trimestre), et en tenant compte d'un délai de construction d'un trimestre, les nouvelles installations seraient multipliées par 2,1 en un an, ce qui représente 3,6 GW. Niveau supérieur à celui nécessaire pour atteindre les objectifs de la PPE, à savoir 3,2 GW cette même année.

Pour autant, les marchés et les emplois associés à l'estimation préliminaire 2021 restent inférieurs à ceux relatifs à la trajectoire de la PPE. Même si les investissements réalisés sont plus importants pour l'estimation 2021 (3,6 GW installés, 3,7 Mds€ et 16 490 ETP) par rapport à la trajectoire PPE (3,2 GW installés, 3,4 Mds€ et 16 450 ETP), le marché de l'énergie reste inférieur pour l'estimation 2021 (parc de 14,0 GW produisant 18,7 TWh, 4,7 Mds€ et 3 500 ETP) par rapport à la trajectoire PPE (parc de 19,1 GW produisant 23,3 TWh, 6,5 Mds€ et 4 770 ETP).



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspective de la filière

### Feuille de route pour mener la filière vers l'excellence environnementale

En juillet 2021, l'ADEME publie une feuille de route dans le but d'améliorer les performances environnementales globales de la filière photovoltaïque en France. En effet, l'ADEME constate un nombre croissant d'acteurs de la filière ayant déjà mis en place ou envisageant de mettre en place des pratiques ou initiatives pour améliorer leurs impacts environnementaux. Cependant, la maturité et la pertinence de ces pratiques industrielles sont aujourd'hui encore très variables et il reste un potentiel de progression important.

Cette feuille de route est axée sur 4 thématiques :

- Améliorer la performance technique et environnementale des produits photovoltaïques et de leur fabrication ;
- Inciter au déploiement de produits ayant de meilleures performances environnementales ;
- Optimiser la consommation de matériaux et développer une économie circulaire ;
- Structurer le déploiement du photovoltaïque en diminuant les impacts environnementaux sur site.

En plus d'améliorer le cycle de vie du photovoltaïque, la mise en œuvre de cette feuille de route peut également être un atout stratégique pour la filière française, voire européenne. De fait, la Commission Européenne évalue la nécessité d'une réglementation pour gérer les incidences environnementales des produits photovoltaïques et de la mise en place d'outils tels l'Ecodesign, l'EcoLabel ou l'Étiquette Énergie.

Après une consultation publique au cours du premier trimestre 2022, la CE devrait adopter cette réglementation au 2<sup>ème</sup> trimestre 2023.

### Plan d'actions pour accélérer le développement de la filière

En novembre 2021, le Ministère de la Transition Écologique annonce un plan en 10 mesures visant à accélérer le développement de la filière photovoltaïque en France. Certaines de ces mesures sont déjà mises en place :

- **Solaire obligatoire sur les entrepôts, hangars et parkings.** La Loi Climat et Résilience d'août 2021<sup>21</sup> renforce les obligations d'installation de panneaux PV ou de toitures végétalisées sur les hangars, entrepôts et parkings. Le but : mobiliser le potentiel permettant de développer la filière sans consommer d'espace. La loi étend l'obligation aux nouveaux entrepôts, hangars et parkings couverts et extérieurs de plus de 500 m<sup>2</sup>, ainsi qu'aux nouveaux immeubles de bureaux de plus de 1 000 m<sup>2</sup>. L'obligation concerne également les rénovations lourdes de ces bâtiments.
- **Guichet ouvert pour le photovoltaïque : rehaussement du seuil à 500 kW dès fin 2021<sup>22</sup>.** En octobre 2021, le seuil du guichet ouvert passe officiellement de 100 à 500 kWc pour les bâtiments, hangars et ombrières. Concrètement, la publication de l'arrêté correspondant ne modifie pas le fonctionnement du guichet ouvert, mais en modifie les seuils et y ajoute quelques conditions quantitatives : maintien du fonctionnement des tarifs réglementés selon la puissance des installations, avec ajout de nouveaux tarifs progressifs en vente en totalité et/ou en autoconsommation au-dessus de 100 kWc. La signature d'un contrat d'achat resterait la seule formalité, facilitant ainsi les démarches pour un grand nombre d'entreprises dont le projet photovoltaïque se situe entre 100 et 500 kWc. Les installations photovoltaïques de plus de 500 kWc sur bâtiments, hangars et ombrières restent, quant à elles, concernées par la procédure de mise en concurrence via les appels d'offres.

Les nouveautés se focalisent sur la mobilisation de nouvelles surfaces tout en minimisant les impacts environnementaux, sur l'accélération des procédures administratives, et sur l'accompagnement des acteurs de la filière entre autres : rythme régulier d'AO incluant des enveloppes dédiées aux projets sur toitures et favorisant les projets au sol sur terrains dégradés ; 1 000 projets sur foncier public d'ici 2025 ; mieux documenter les impacts sur la biodiversité, les sols, les paysages et favoriser les bonnes pratiques ; alléger les procédures administratives pour les petits projets ; accompagner les développeurs de projets ; accompagner les collectivités ; diminuer des coûts de raccordement pour les petits projets ; un Label Ville et départements solaires.

### Mesures de soutien de la PPE

- Conserver la bonification des terrains dégradés, qui permet de limiter la consommation des espaces naturels ;
- Mettre en œuvre les mesures adoptées le 28 juin 2018 à l'issue du groupe de travail solaire, dont en particulier :
  - ✓ Faciliter le développement du photovoltaïque pour les Ministères, les établissements publics (SNCF, Ports) et les détenteurs de foncier anthropisé (grande distribution, logistique) ;
  - ✓ Faciliter le développement du photovoltaïque sur les parkings (simplification des mesures d'urbanisme pour les ombrières de parking) ;
  - ✓ Soutenir les collectivités locales, notamment au travers du réseau « Villes solaires » ;
  - ✓ Permettre une meilleure intégration du solaire dans le patrimoine architectural français ;
- Maintenir un objectif de 300 MW installés par an pour les installations sur petites et moyennes toitures (inférieures à 100 kWc) via un système de guichet ouvert en orientant les projets vers l'autoconsommation et dynamiser le développement des projets sur les moyennes toitures (>100 kWc) ;
- Soutenir l'innovation dans la filière par appel d'offres, pour faire émerger des solutions innovantes, notamment agrivoltaïques permettant une réelle synergie entre la production agricole et l'énergie photovoltaïque, en maintenant les volumes de l'appel d'offres actuel (140 MW/an).

Source : *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020*

<sup>21</sup> LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets

<sup>22</sup> Arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale

# Résultats détaillés

## Marchés liés au photovoltaïque

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	30	253	620	570	335	252	241	184	159	191	180	186	238
Importations des équipements	72	216	2 336	1 902	569	553	687	528	234	565	385	535	908
Installation, Études préalables	24	228	1 868	2 013	764	544	627	428	248	459	359	466	767
Distribution	0	113	1 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total des investissements</b>	<b>126</b>	<b>810</b>	<b>5 924</b>	<b>4 484</b>	<b>1 668</b>	<b>1 350</b>	<b>1 555</b>	<b>1 139</b>	<b>641</b>	<b>1 215</b>	<b>924</b>	<b>1 187</b>	<b>1 913</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>381</b>	<b>1 202</b>	<b>2 211</b>	<b>2 422</b>	<b>2 648</b>	<b>2 871</b>	<b>2 955</b>	<b>3 181</b>	<b>3 225</b>	<b>3 445</b>	<b>3 828</b>
<b>Marché intérieur</b>	<b>127</b>	<b>842</b>	<b>6 305</b>	<b>5 687</b>	<b>3 879</b>	<b>3 772</b>	<b>4 203</b>	<b>4 010</b>	<b>3 595</b>	<b>4 396</b>	<b>4 149</b>	<b>4 632</b>	<b>5 741</b>
<b>Exportations</b>													
Équipements	102	91	64	45	22	7	10	42	15	12	3	10	10
<b>Marché total</b>	<b>229</b>	<b>933</b>	<b>6 370</b>	<b>5 731</b>	<b>3 901</b>	<b>3 779</b>	<b>4 213</b>	<b>4 052</b>	<b>3 610</b>	<b>4 408</b>	<b>4 152</b>	<b>4 642</b>	<b>5 751</b>
<b>Production</b>	<b>157</b>	<b>717</b>	<b>4 034</b>	<b>3 829</b>	<b>3 332</b>	<b>3 226</b>	<b>3 527</b>	<b>3 525</b>	<b>3 376</b>	<b>3 843</b>	<b>3 767</b>	<b>4 107</b>	<b>4 843</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes intérieurs d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés au photovoltaïque

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	130	890	2 410	2 210	1 250	1 010	870	640	510	670	620	680	960
Installation	790	3 780	26 920	26 140	9 210	7 150	5 580	4 000	2 170	4 250	3 460	4 680	8 040
Études préalables	30	250	2 290	2 690	870	220	290	150	110	230	170	210	310
<b>Total</b>	<b>960</b>	<b>4 920</b>	<b>31 610</b>	<b>31 030</b>	<b>11 320</b>	<b>8 380</b>	<b>6 740</b>	<b>4 790</b>	<b>2 790</b>	<b>5 150</b>	<b>4 240</b>	<b>5 570</b>	<b>9 310</b>
<b>Liés à l'exploitation et la vente d'énergie</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>460</b>	<b>1 050</b>	<b>1 310</b>	<b>1 350</b>	<b>1 420</b>	<b>1 640</b>	<b>1 780</b>	<b>2 010</b>	<b>2 230</b>	<b>2 480</b>	<b>2 810</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>960</b>	<b>4 940</b>	<b>32 080</b>	<b>32 080</b>	<b>12 640</b>	<b>9 730</b>	<b>8 160</b>	<b>6 430</b>	<b>4 570</b>	<b>7 160</b>	<b>6 470</b>	<b>8 050</b>	<b>12 120</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>450</b>	<b>320</b>	<b>250</b>	<b>170</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>1 400</b>	<b>5 260</b>	<b>32 330</b>	<b>32 250</b>	<b>12 720</b>	<b>9 750</b>	<b>8 200</b>	<b>6 580</b>	<b>4 620</b>	<b>7 200</b>	<b>6 480</b>	<b>8 080</b>	<b>12 160</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Puissances annuelles, parc et production d'énergie de la filière photovoltaïque

MW	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puissance annuelle installée	15	105	1 111	1 781	866	744	982	862	492	1 065	839	1 077	1 705
Puissance annuelle raccordée	7	67	880	1 634	1 078	613	927	858	556	873	862	965	973
Puissance en service (parc)	12	90	1 168	2 923	4 060	4 705	5 669	6 575	7 134	8 054	8 921	9 909	11 233
Production d'énergie GWh	11,5	90,3	723,1	2 333,6	4 427,6	5 192,4	6 390,6	7 750,4	8 647,1	9 938,7	10 956,2	12 262,3	14 330,0

Source : Estimations IN NUMERI selon SDES, Tableaux de bord photovoltaïque

**Note :** À partir de 2016, une correction est faite sur les coûts unitaires d'investissement par type d'installation et par activité. Par conséquent, les résultats présentés cette année sont légèrement différents de ceux de l'édition précédente en fin de série.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements (M€)</b>	Prix €/W X Puissance installée par segment (résidentiel, tertiaire, centrales au sol)		
Nouvelles puissances (MW)		SDES, Tableaux de bord	**
Prix (€/W)		SER ; SDES ; ADEME, Études BIPS (2015) et Coûts des EnR&R (2019 et 2022) ; Enedis	**
<b>Fabrication des modules (M€)</b>			
Prix des modules (€/W)		AIE ; SER ; Observ'ER ADEME, Étude BIPS (2015)	***
Exportations (M€)		Comptes des entreprises Eurostat, Produit 85.41.40.90	**
Fabrication (M€)		Comptes des entreprises	**
Importations (M€)	Marché intérieur + Exportations – Fabrication	Hypothèse In Numeri	**
<b>Structures (M€)</b>			
Investissements (M€)	% du coût total	AIE ; SER	***
Importations (M€)	% des importations	SER	**
Fabrication (M€)	Investissements – Importations	Hypothèse In Numeri	*
<b>BOS, Onduleurs (M€)</b>			
Investissements (M€)	% du coût total	AIE ; SER	***
Importations (M€)	% des importations	SER	**
Fabrication (M€)	Investissements – Importations	Hypothèse In Numeri	*
<b>Installation, Études (M€)</b>	% du coût total	Estimation à partir de SER 2011	**
<b>Vente énergie (M€)</b>	Électricité vendue GWh x Prix €/W		***
Électricité vendue (GWh)		SDES, Tableaux de bord	***
Prix (M€/MW)		CRE, Délibérations sur les CSPE	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication modules/cellules (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	Comptes des entreprises ; ADEME (2015), Étude BIPS ;	**
Fabrication matériels électriques (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	ESANE, NAF 27.12Z	**
Fabrication structures (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	ESANE, NAF 23.32Z, 24.20Z et 25.11Z	**
Installation (ETP)	Installations MW x ratio [MW/Emploi]	SER ; ADEME (2015), Étude BIPS ESANE, NAF 43.21A et 43.91B	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Emploi]	ESANE, NAF 71.12B	**
Exploitation, Maintenance (ETP)	Parc MW x ratio [MW/Emploi]	Estimation IN NUMERI ; ADEME (2015), Étude BIPS	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Périmètre de l'étude

On décompose les investissements de la façon suivante :

- Valeur des équipements aux prix sortie d'usine lorsqu'ils sont produits sur le territoire national, et aux prix douanes lorsqu'ils sont importés ;
- Valeur des marges de distribution correspondant au passage de la valeur sortie d'usine/douanes à la valeur d'acquisition (prix payé par les installateurs ou les ménages) ;
- Valeur des travaux d'installation des équipements ou de construction des centrales photovoltaïques et des infrastructures.

Pour chacune de ces composantes de marché, l'évaluation porte sur le niveau d'activité (évaluation du marché en millions d'euros) et sur les emplois directs qui y sont associés.

Les produits couverts correspondent à l'ensemble des éléments composant un système photovoltaïque : cellules, modules, onduleur, câbles et éléments de structure. Les deux autres composantes du marché couvrent les activités d'installation et de commercialisation des systèmes photovoltaïques.

## Méthodologie d'estimation

Le marché des investissements est estimé à partir des puissances installées chaque année et du prix unitaire de l'installation (€/W) pour chaque segment de marché. On distingue trois segments : résidentiel (0-9 kW), grandes toitures (9-250 kW) et centrales au sol (>250 kW). Une correction est apportée aux données du SDES pour tenir compte des délais de raccordement. Plusieurs sources sont utilisées pour définir les coûts unitaires par installation : SER, SDES, Enerplan, ADEME (BIPS et Coûts des EnR&R), Enedis.

La chaîne de valeur des investissements est scindée en : modules et cellules, onduleurs et matériels électriques, éléments de structure, installation et études préalables. Le prix des modules du secteur résidentiel est estimé à partir des données de l'AIE, du SER et d'Observ'ER. Pour les autres maillons de la chaîne de valeur, ils sont estimés à partir d'une décomposition des prix fournie par le SER, prix que l'on fait évoluer en fonction d'indices de prix des activités concernées.

On suppose que les exportations n'existent que pour les modules. Ces dernières sont estimées à partir des comptes d'entreprises. Les taux d'importations sont estimés à partir des données de l'étude ADEME BIPS (2015).

Le marché de la vente d'énergie est évalué à partir de l'énergie vendue (SDES) et du prix de vente. Ce prix est issu des rapports de la CRE sur les délibérations pour la CSPE (Annexes 1).

Les emplois sont estimés soit à partir de ratios [Production/Emploi], soit à partir de ratios [Puissance installée ou cumulée/Emploi].

# 3. Hydroélectricité

## Points clés

### 2<sup>ème</sup> source de production d'électricité en France

L'électricité d'origine hydraulique est la deuxième source de production d'électricité en France (derrière le nucléaire), avec 13 % de la production totale d'électricité en 2020. La production hydroélectrique varie fortement selon les conditions climatiques et la ressource en eau. En 2020, la production nette d'hydroélectricité diminue de 4 % par rapport à 2018.

En 2020, le marché de l'hydroélectricité s'élève à 3,4 Mds€, dont 2,8 Mds€ pour la production d'électricité (exploitation, maintenance, vente d'énergie). Les investissements augmentent de 636 M€ en 2018 à 649 M€ en 2020. La filière représente 12 040 emplois en 2020, niveau quasi identique à celui de 2018.



### Tendances observées 2018-2020

Puissances raccordées (MW) →

Production nette d'électricité (GWh) ↘

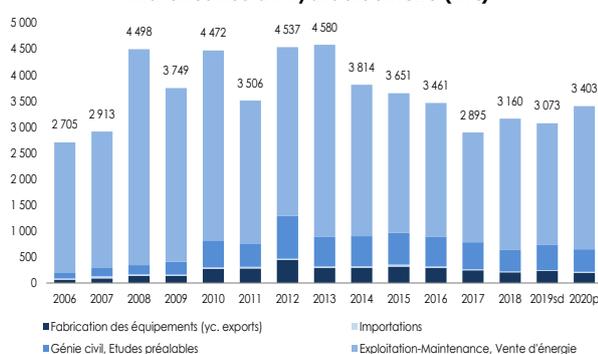
Investissements intérieurs (M€) →

Fabrication des équipements (M€) ↘

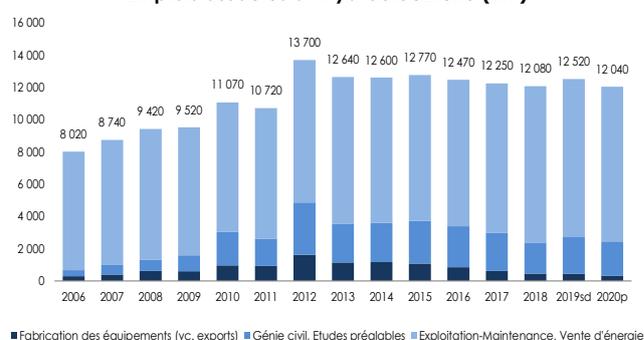
Emplois de fabrication des équipements (ETP) ↘

Emplois de vente d'énergie et d'exploitation (ETP) ↘

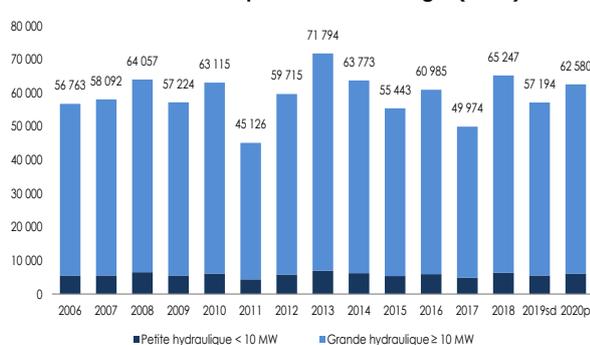
Marchés liés à l'hydroélectricité (M€)



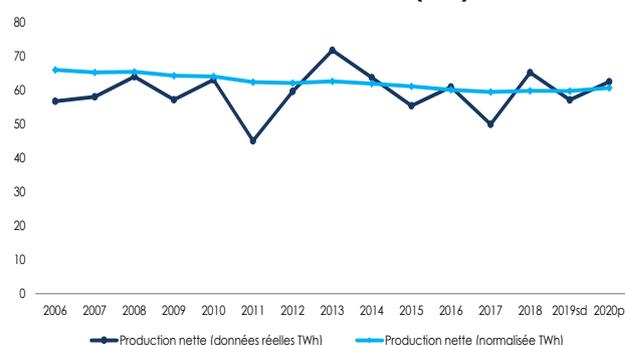
Emplois associés à l'hydroélectricité (ETP)



Ventilation de la production d'énergie (GWh)



Production d'électricité (TWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés de l'hydroélectricité : petite hydroélectricité avec puissance < 10 MW et grande hydroélectricité avec puissance ≥ 10 MW. Ne sont pas inclus les emplois indirects (fournisseurs des fabricants). En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

#### Équipement

#### Génie civil

#### Production d'énergie

Fabrication de turbines et autres équipements (hydromécaniques, roues, régulateurs)  
 Construction et rénovation des barrages (dispositifs de continuité écologique compris), Études techniques préalables  
 Vente d'électricité, exploitation, entretien et maintenance courante

## Contexte réglementaire

### Renouvellement des concessions

Le renouvellement des concessions hydroélectriques est un enjeu de première importance pour EDF, Engie et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Aujourd'hui, 80 % de la puissance hydroélectrique est exploitée par EDF. Les 20 % restants sont contrôlés par Engie (via sa filiale Société Hydro Électrique du Midi – SHEM), la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), ainsi que de petits opérateurs.

Depuis 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV<sup>23</sup>) prévoit notamment la possibilité de regrouper les concessions dans le cas d'aménagements hydrauliquement liés (par bassin), et de créer une nouvelle catégorie de sociétés d'économie mixte pour l'exploitation d'une concession hydroélectrique.

Promulguée en 2019, la Loi relative à l'énergie et au climat<sup>24</sup> spécifie la nécessité d'encourager la production d'énergie hydroélectrique, notamment via la petite hydroélectricité (inférieure à 10 MW), ainsi que la possibilité d'augmenter la puissance des installations concédées. De fait, cette même année, la France est mise en demeure par la Commission Européenne pour non-respect des obligations de mise en concurrence (par procédures d'appel d'offres) de certaines concessions hydroélectriques.

<b>2010</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décision d'ouverture à la concurrence des concessions hydroélectriques pour être en conformité avec la législation européenne</li> <li>• Grenelle de l'Environnement : Publication du calendrier - 49 barrages concernés répartis en 10 lots d'ici 2015 pour une puissance totale de 5 300 MW</li> </ul>
<b>2013</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport Battistel sur l'hydroélectricité avec 3 scénarios alternatifs</li> </ul>
<b>2015</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LTECV : Précision des modalités de renouvellement des concessions</li> </ul>
<b>2016</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décret approuvant le modèle de cahier des charges applicable aux concessions d'énergie hydraulique</li> <li>• Appels d'offres CRE obligatoires pour les installations de plus de 1 MW afin de pouvoir bénéficier d'un complément de rémunération</li> <li>• Contrat H16 : Système marché + prime pour les installations de moins de 1 MW</li> </ul>
<b>2019</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promulgation de la Loi relative à l'énergie et au climat</li> </ul>

### Développement de nouveaux projets et production des barrages existants limité par la Loi LEMA

La Directive Cadre sur l'Eau (2000<sup>25</sup>) est transposée en droit français par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA 2006<sup>26</sup>). La LEMA introduit, entre autres, deux changements majeurs en ce qui concerne l'hydroélectricité : un nouveau classement des cours d'eau et une augmentation des débits réservés.

Les cours d'eau sont séparés en deux listes :

- La Liste 1 comprend les cours d'eau en très bon état écologique ou identifiés comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des eaux d'un bassin versant et des axes migrateurs. Sur ces cours d'eau, « aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique ».
- La Liste 2 comprend les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons. Tout ouvrage situé sur ces cours d'eau doit être équipé, entretenu, géré et exploité selon les règles fixées par l'autorité administrative. Cette disposition entraîne une hausse des coûts d'investissement et d'exploitation-maintenance pour toutes installations (grandes et petites) concernées par une mise en conformité pour la continuité écologique (EDF, France Hydro Électricité - FHE, CRE<sup>27</sup>).

De façon générale, concernant le niveau des débits réservés, le débit minimal ne doit pas être inférieur au 1/10<sup>ème</sup> du module (débit moyen interannuel). Cependant, pour les cours d'eau dont le débit est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/seconde ou les ouvrages participant à la production électrique en période de pointe, le débit ne doit pas être inférieur au 1/20<sup>ème</sup> du module. Entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2014, cette disposition réduit la production des ouvrages existants. Cependant, au regard des enjeux environnementaux du site, voire d'un tronçon de cours d'eau, des adaptations à la hausse ou à la baisse du débit réservé peuvent être imposées ou acceptées par les services instructeurs validant les projets.

<sup>23</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>24</sup> Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, Articles 1 et 43

<sup>25</sup> Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

<sup>26</sup> Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

<sup>27</sup> CRE (2020), Coûts et rentabilités de la petite hydroélectricité en métropole continentale

## Lancement des appels d'offres

Le potentiel de développement de la filière hydroélectrique se trouve à la fois dans la création de nouveaux ouvrages, ainsi que dans l'équipement des seuils existants et le suréquipement des installations existantes. Sur ce dernier point, l'augmentation de puissance peut aller jusqu'à 20 %, permettant ainsi de produire plus d'énergie en période de pointe, en substitution de la production thermique. Cependant, l'augmentation de production sur ces aspects est globalement neutralisée par l'augmentation des débits réservés, voire par l'impact du changement climatique sur la ressource en eau.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, les appels d'offres sont devenus obligatoires pour les installations de plus de 1 MW qui souhaitent bénéficier d'un complément de rémunération. Lancé en avril 2017, le dernier appel d'offres de la CRE porte sur la réalisation et l'exploitation d'installations de petite hydroélectricité d'une puissance cumulée maximale de 105 MW répartie en trois périodes de candidature distinctes (chacune d'une puissance maximale de 35 MW). Aux vues des résultats, cet objectif n'est atteint que sur la 2<sup>ème</sup> phase :

- 1<sup>ère</sup> période (résultats annoncés le 23 août 2018) : 14 lauréats avec une puissance totale de 36,9 MW
- 2<sup>ème</sup> période (résultats annoncés le 26 juin 2019) : 13 lauréats avec une puissance totale de 36,7 MW ; Prix moyen pondéré de 87,1 €/MWh
- 3<sup>ème</sup> période (résultats annoncés le 29 janvier 2021) : 8 lauréats avec une puissance totale de 20 MW ; Prix moyen pondéré de 81,5 €/MWh

## Système « marché plus prime » pour les petites centrales

Concernant les constructions ou les rénovations de centrales de moins de 1 MW, un nouvel arrêté tarifaire est paru en décembre 2016 : le tarif H16. Dans le cas des nouvelles constructions, il est proposé sous forme d'obligation d'achat en dessous de 500 kW et sous forme de complément de rémunération entre 500 kW et 1 MW. En cas de réalisation d'investissements de rénovation dans les installations existantes, ce contrat est proposé uniquement sous forme de complément de rémunération.

Tarif de référence (€/MWh)	De lac ou de haute chute (>30m)	Au fil de l'eau ou de basse chute (<30m)
Neuf 0 à 500 kW	120	132
Neuf 500 kW à 1 MW	115	110
Rénovation 0 à 500 kW	Entre 52 et 94	Entre 60 et 103
Rénovation 500 kW à 1 MW	Entre 50 et 102	Entre 49 et 92

Source : CRE (2020), Coûts et rentabilité de la petite hydroélectricité en Métropole continentale

Ces tarifs sont adaptables selon le montant d'investissement en cas de rénovation. Le tarif H16 ne peut pas être cumulé avec une autre subvention publique à la construction ou à la rénovation.

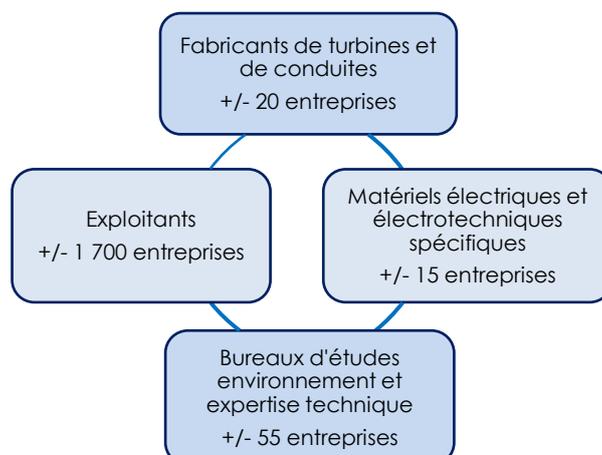
### France : 2<sup>ème</sup> producteur européen d'électricité d'origine hydraulique en 2020

- Selon l'IHA (International Hydropower Association), la puissance installée des barrages hydroélectriques dans le monde s'élève à 1 330 GW en 2020, l'équivalent de 4 370 TWh d'hydroélectricité produite.
- Après les « pays continents » (Chine, Brésil, États-Unis, Canada, Inde, Japon, Russie), la France possède le 10<sup>ème</sup> plus grand parc hydroélectrique au monde et le 2<sup>ème</sup> en Europe, derrière la Norvège (33 GW) et devant l'Italie (22,6 GW). La puissance installée en France est de 25,5 GW.

Source : IHA (2021), Hydropower Status Report, Sector trends and insights

## Les acteurs de la filière de l'hydroélectricité

La France dispose d'une filière industrielle solide, composée de nombreuses entreprises de toutes tailles, intervenant dans différents secteurs : électronique, génie civil, automatismes, fabrication de turbines et de conduites forcées. La filière française exporte largement son savoir-faire à l'étranger.



Sources : SER, Annuaire 2013-2014 des fabricants et fournisseurs de la filière hydroélectrique française ; Annuaire 2021 de France Hydro Électricité

### Production d'électricité hydraulique dominée par EDF, ENGIE et la CNR

**Grande hydroélectricité :** Trois grands opérateurs dominent le secteur de la grande hydroélectricité :

- **EDF :** La capacité du parc hydroélectrique du groupe s'élève à 20,1 GW en 2020, pour une production de 44,7 TWh (contre 39,7 TWh en 2019). Le groupe emploie 6 000 salariés sur ses activités hydroélectriques. Au début des années 2000, EDF DPIH (Division Production ingénierie Hydraulique) lance d'importants projets pluriannuels de rénovation, maintenance et modernisation de son parc. SuPerHydro (Sûreté et Performance de l'Hydraulique ; 645 M€ de 2007 à 2012) et RenovEau (800 M€) comptent parmi les chantiers les plus importants<sup>28</sup>.
- **Engie (à travers sa filiale la SHEM) :** Malgré une faible hydraulicité, la SHEM produit 1,8 TWh d'électricité en 2020 sur un parc de 783 MW. Les investissements de la compagnie s'élèvent à 37 M€ cette même année.
- **Compagnie Nationale du Rhône (CNR) :** Hors effectifs affectés à la navigation, la CNR emploie plus de 1 380 salariés pour ses activités liées à l'hydroélectricité. La production hydroélectrique de la compagnie (hormis petites centrales) est de 15,4 TWh en 2020 sur un parc de 4 GW.

**Petite hydroélectricité :**

- **EDF :** Le groupe exploite plus de 200 petites centrales.
- **Engie (à travers sa filiale la SHEM) :** La SHEM exploite une cinquantaine de centrales pour 163 MW installés.

À côté de ces deux opérateurs, un millier de producteurs indépendants exploitent près de 2 GW d'installations d'une puissance inférieure à 10 MW.

### Équipements et ingénierie marqués par l'arrêt des activités de GE Hydro

**Fabricants de turbines**

Alstom est le premier constructeur mondial de turbines hydrauliques de grande puissance. La majeure partie de sa production de turbines est délocalisée. En novembre 2015, les activités « énergie » d'Alstom, représentant 70 % de son CA, sont vendues à General Electric. La filiale Alstom Hydro France devient alors GE Hydro France. En 2020, cette dernière affiche un CA de 238,8 M€, dont 89 % à l'exportation (essentiellement des services d'ingénierie et d'études). Elle emploie près de 680 salariés. En 2017, GE Hydro annonce l'arrêt de la fabrication des turbines hydrauliques sur son site de Grenoble. En 2021, le groupe annonce la fermeture de son site de Belfort, site de fabrication des alternateurs pour barrages hydroélectriques.

Parmi les autres fabricants de turbines (16 acteurs en France selon France Hydro Électricité), on peut citer :

- Hydro Power Plant (HPP) : fabricant de turbines hydroélectriques de 100 kW à 15 MW par groupe. CA de 5,9 M€ pour une dizaine de salariés. Depuis 2019, Hydroco, spécialiste des équipements hydromécaniques, fait partie du groupe HPP.

<sup>28</sup> On peut citer d'autres projets de développement d'ampleur, telle que la nouvelle usine de la centrale STEP de la Coche (240 MW, inaugurée en 2019 pour un investissement de 150 M€) ou la nouvelle usine de Romanche-Gavet (97 MW, mise en service en 2020 pour 400 M€ d'investissement).

- Fugu-Tech : constructeur d'équipements et de turbines hydroélectriques basse puissance (2 à 500 kW) et de leurs équipements associés.
- MJ2 Technologies : spécialisée dans la petite ou très petite hydroélectricité. CA de 7 M€ pour une trentaine de salariés en 2020.
- Turbiwatt : spécialisée dans les micro-turbines hydroélectriques de basses chutes, générateurs, solutions électroniques de régulation et couplage au réseau.
- Mecamidi : En 2015, Mecamidi (CA de 2,1 M€ et 20 salariés en 2017) signe un partenariat avec African Infrastructure Investment Managers (AIIM) pour développer un pipeline de centrales hydroélectriques à travers l'Afrique. D'un montant de 500 M\$, ce projet porte sur la construction et l'exploitation de 15 installations d'une capacité totale de 200 MW fin 2020. Placée en redressement judiciaire en 2020, l'entreprise est reprise par MIGE.

### Bureaux d'études

Plus d'une dizaine de bureaux d'ingénierie réalise des études environnementales dans le domaine de l'hydroélectricité : Artelia (637 M€ de CA en 2020, dont près de 20 % pour l'eau et l'environnement), ECCEL Environnement (CA de 787,7 k€), ATESyn (CA de 340,4 k€), Ingé-Eau, FIBER, et BRL Ingénierie entre autres.

EDF Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH), CNR Ingénierie, Engie (via Tractebel) et de nombreux laboratoires de recherche contribuent également à faire de l'hydroélectricité un domaine de compétence pour la France au niveau mondial. Cet ensemble d'acteurs est fédéré autour du pôle de compétitivité de la transition énergétique Tenerrdis (62 adhérents dans la filière, 18 projets et démonstrateurs, 442 M€ de budget global).

La petite hydroélectricité possède également un fort potentiel de développement en France<sup>29</sup>. Plusieurs bureaux d'études se spécialisent dans l'accompagnement de projets de cette filière : ISL Ingénierie (CA de 12,4 M€ et 105 salariés en 2020), Consult Hydro (CA de 274,2 k€), Hydréole, et Jacquiel et Chatillon entre autres.

## Situation du marché et de l'emploi



\* Travaux de rénovation et de modernisation compris. 2018 : 119 MW, dont 109 MW pour la centrale Passy (EDF) ; 2019 : 274 MW, dont 240 MW pour l'unité La Cloche (EDF) ; 2020 : 119 MW, dont 97 MW pour la nouvelle centrale de Romanche-Gavet (EDF)

\*\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Augmentation de la production d'électricité hydraulique en 2020

L'année 2013 avait marqué un pic de production (71,8 TWh en données réelles). Après une baisse de 12 % entre 2018 (65,2 TWh) et 2019 (57,2 TWh), la production hydroélectrique augmente à 62,6 TWh en 2020. Quant à la production normalisée, obtenue par lissage sur 15 ans, elle augmente très légèrement de 0,7 % en moyenne par an entre 2018 et 2020, conséquence des travaux de rénovation engagés, voire de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau.

La valeur des ventes d'électricité suit l'évolution de la production hydroélectrique et s'élève à 2,8 Mds€ en 2020, contre 2,5 Mds€ en 2018 et 2,3 Mds€ en 2019.

- Les ventes issues de la petite hydroélectricité s'élèvent à 485 M€ en 2018 (pour 6,4 TWh et un coût d'achat retenu par la CRE de 76,1 €/MWh), 457 M€ en 2019 (pour 5,6 TWh et un coût d'achat de 81,9 €/MWh) et 498 M€ en 2020 (pour 6,1 TWh et un coût d'achat de 81,6 €/MWh).
- La valeur de la production hydroélectrique d'EDF n'est pas connue. À partir du prix moyen publié par la CNR, elle est estimée à 1 510 M€ en 2018 (pour 43,4 TWh produits), 1 338 M€ en 2019 (pour 36,5 TWh) et 1 646 M€ en 2020 (pour 41,4 TWh). Le prix retenu tient compte des productions respectives en base et en pointe, ainsi que du différentiel de prix entre les deux marchés.

<sup>29</sup> D'après l'UNIPED (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique), les Petites Centrales Hydroélectriques (PCH) sont classées en fonction de la puissance installée : petite centrale pour une puissance comprise entre 2 000 et 10 000 kW, minicentrale pour une puissance comprise entre 500 kW et 2 000 kW, microcentrale pour une puissance comprise entre 20 et 500 kW, et pico-centrale pour une puissance inférieure à 20 kW.

- La production de la CNR diminue également entre 2018 (15,5 TWh) et 2019 (15,1 TWh), avant de remonter à 15,4 TWh en 2020. La valeur de production de la CNR passe ainsi de 530 M€ en 2018 à 546 M€ en 2019 et 610 M€ en 2020.

### Investissements de 649 millions d'euros en 2020 ...

Les investissements dans la filière hydroélectrique sont principalement consacrés aux rénovations et à la modernisation du parc existant. Ces investissements (exportations comprises) reculent trois années consécutives (2016-2018), progressent à nouveau de 15 % entre 2018 (636 M€) et 2019 (732 M€), et baissent à 649 M€ en 2020. Ces investissements permettent l'installation de 119 MW en 2018 (notamment avec la mise en service de la centrale Passy de 109 MW), 274 MW en 2019 (dont 240 MW pour l'inauguration de la nouvelle centrale de La Cloche) et de 119 MW en 2020 (dont 111 MW pour la mise en service de la nouvelle centrale de Romanche-Gavet).

Les investissements dans la petite hydroélectricité sont estimés sur la base des nouveaux raccordements annuels issus de l'OpenData d'Enedis. Ces raccordements représentent une augmentation moyenne de 44 MW par an entre 2006 et 2018, pour une valeur annuelle moyenne de 160 M€. Les nouveaux raccordements s'élèvent à 33,9 MW en 2019 et 22,3 MW en 2020.

Pour la grande hydroélectricité, ils sont évalués à partir des programmes d'investissement connus d'EDF, Engie (via la SHEM) et la CNR.

### ... Pour 2 450 emplois

En 2020, 2 450 emplois sont associés à ces investissements, dont 2 130 ETP pour le génie civil (construction et installation, études préalables comprises), et 330 ETP pour la fabrication des équipements (dont 50 ETP pour les équipements destinés à l'export).

### En 2020, 80 % des emplois de la filière hydroélectrique dans la production d'énergie



Les emplois liés à l'exploitation-maintenance des barrages et à la vente d'électricité (y compris maintenance courante, hors ingénierie) sont estimés à 9 590 ETP en 2020 (2 420 ETP dans la petite hydroélectricité et 7 170 ETP dans la grande hydroélectricité).

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement du parc hydroélectrique (hors STEP<sup>30</sup>) à horizon 2023 et 2028.

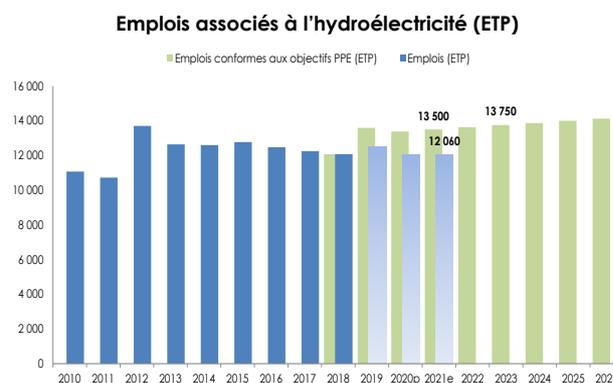
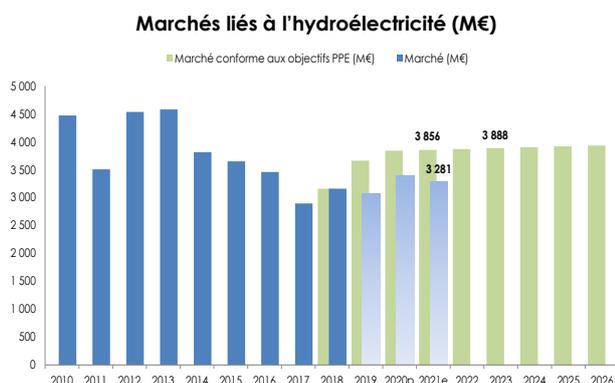
Capacités installées de production d'hydroélectricité (GW)

2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
25,5 GW	25,7 GW	26,4 GW	26,7 GW

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 s'élève donc à un parc de 26,6 GW et une augmentation moyenne de la production hydroélectrique de 3,5 TWh d'ici 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023). Ces objectifs représentent une hausse de la production hydroélectrique de 3 à 4 TWh d'ici 2028, dont environ 60 % par l'optimisation des aménagements existants.

<sup>30</sup> Stations de Transfert d'Énergie par Pompage



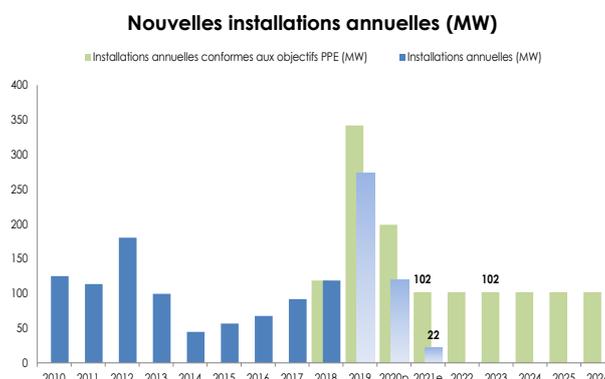
(\* ) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

On décide de garder les projets connus pour la grande hydroélectricité en 2019 (+240 MW, centrale La Cloche) et 2020 (+97 MW, centrale Romanche-Gavet), et de considérer le parc en grande hydroélectricité quasi constant à partir de 2021. Par conséquent, afin d'atteindre l'objectif moyen 2028, on suppose des installations annuelles en petites hydroélectricité de 102 MW et une production nette de 0,4 TWh chaque année entre 2021 et 2028. Au final, le marché total lié à l'hydroélectricité est estimé à 3 856 M€ en 2021 et 3 888 M€ en 2023. En 2023, le marché de l'exploitation-maintenance représente 76 % du marché, avec 2 950 M€, les investissements étant estimé à 938 M€. Les emplois atteindraient 13 750 ETP en 2023 : 3 610 ETP liés aux investissements et 10 140 ETP liés à l'exploitation et la maintenance du parc hydroélectrique.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance reste en-dessous de la trajectoire PPE : 3 281 M€ et 12 060 ETP pour la tendance, 3 856 M€ (+18 %) et 13 500 ETP (+12 %) pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à installer annuellement selon chaque cas de figure. Selon les projets en cours d'EDF et les nouveaux raccordements issus de l'OpenData d'Enedis, les nouvelles capacités s'élèvent seulement à 22 MW en 2021, intégralement en petite hydroélectricité. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait installer 102 MW de nouvelles installations sur l'année 2021.



Source : Estimations IN NUMERI

### Mesures de soutien de la PPE

- Optimiser la production et la flexibilité du parc au-travers de suréquipements et de l'installation de centrales hydroélectriques sur des barrages existants non-équipés ;
- Mettre en place un dispositif de soutien à la rénovation des centrales autorisées entre 1 et 4-5 MW ;
- Lancer l'octroi de nouvelles concessions sur quelques sites avec potentiel identifié ;
- Reconstitution des appels d'offres pour la petite hydroélectricité portant sur 210 MW entre 2019 et 2024 (soit 35 MW par an).

### Objectifs de la PPE en termes de stockage

La PPE cite également des objectifs concernant le stockage d'énergie hydroélectrique : engager des démarches permettant le développement des STEP pour un potentiel de 1,5 GW identifié en vue des mises en service des installations entre 2030 et 2035.

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier

# Résultats détaillés

## Marchés liés à l'hydroélectricité

Niveau d'activités sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	20	43	194	154	326	217	220	227	215	200	159	190	167
Importations	23	33	28	33	26	30	27	36	31	21	18	17	19
Génie civil, Études préalables	102	177	519	436	821	575	578	614	575	517	411	484	433
<b>Total des investissements</b>	<b>145</b>	<b>253</b>	<b>741</b>	<b>623</b>	<b>1 174</b>	<b>822</b>	<b>826</b>	<b>878</b>	<b>821</b>	<b>738</b>	<b>588</b>	<b>692</b>	<b>619</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>2 515</b>	<b>4 153</b>	<b>3 653</b>	<b>2 758</b>	<b>3 246</b>	<b>3 686</b>	<b>2 911</b>	<b>2 682</b>	<b>2 568</b>	<b>2 113</b>	<b>2 524</b>	<b>2 341</b>	<b>2 754</b>
<b>Marché intérieur</b>	<b>2 660</b>	<b>4 407</b>	<b>4 394</b>	<b>3 381</b>	<b>4 420</b>	<b>4 508</b>	<b>3 738</b>	<b>3 560</b>	<b>3 389</b>	<b>2 851</b>	<b>3 112</b>	<b>3 033</b>	<b>3 373</b>
<b>Exportations</b>													
Exportation d'équipements	45	91	78	126	117	72	76	91	72	44	48	40	30
<b>Marché total</b>	<b>2 705</b>	<b>4 498</b>	<b>4 472</b>	<b>3 506</b>	<b>4 537</b>	<b>4 580</b>	<b>3 814</b>	<b>3 651</b>	<b>3 461</b>	<b>2 895</b>	<b>3 160</b>	<b>3 073</b>	<b>3 403</b>
<b>Production</b>	<b>2 682</b>	<b>4 465</b>	<b>4 444</b>	<b>3 473</b>	<b>4 511</b>	<b>4 550</b>	<b>3 787</b>	<b>3 615</b>	<b>3 430</b>	<b>2 874</b>	<b>3 142</b>	<b>3 055</b>	<b>3 384</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes intérieures d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total – Importations

Estimations IN NUMERl, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés à l'hydroélectricité

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	90	200	690	510	1 190	860	870	770	640	510	350	370	280
Génie civil, Études	380	690	2 080	1 690	3 240	2 370	2 420	2 650	2 540	2 350	1 920	2 310	2 130
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>890</b>	<b>2 770</b>	<b>2 200</b>	<b>4 440</b>	<b>3 240</b>	<b>3 290</b>	<b>3 430</b>	<b>3 180</b>	<b>2 860</b>	<b>2 280</b>	<b>2 680</b>	<b>2 400</b>
<b>Liés à la maintenance-vente d'énergie</b>	<b>7 340</b>	<b>8 110</b>	<b>8 020</b>	<b>8 100</b>	<b>8 830</b>	<b>9 120</b>	<b>9 010</b>	<b>9 030</b>	<b>9 070</b>	<b>9 270</b>	<b>9 690</b>	<b>9 770</b>	<b>9 590</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>7 810</b>	<b>9 000</b>	<b>10 790</b>	<b>10 300</b>	<b>13 270</b>	<b>12 350</b>	<b>12 300</b>	<b>12 460</b>	<b>12 250</b>	<b>12 130</b>	<b>11 970</b>	<b>12 450</b>	<b>11 990</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>200</b>	<b>420</b>	<b>280</b>	<b>420</b>	<b>430</b>	<b>290</b>	<b>300</b>	<b>310</b>	<b>210</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>80</b>	<b>50</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>8 020</b>	<b>9 420</b>	<b>11 070</b>	<b>10 720</b>	<b>13 700</b>	<b>12 640</b>	<b>12 600</b>	<b>12 770</b>	<b>12 470</b>	<b>12 250</b>	<b>12 080</b>	<b>12 520</b>	<b>12 040</b>

Estimations IN NUMERl, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Puissances annuelles, parc et production d'énergie de la filière hydroélectrique

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nouvelle puissance installée (MW)	13	46	125	113	180	100	45	57	68	92	119	274	119
Parc en fin d'année (MW)*	25 358	25 581	25 502	25 504	25 517	25 544	25 526	25 541	25 580	25 632	25 647	25 815	25 830
Dont petite hydroélectricité	2 043	2 100	2 157	2 190	2 342	2 382	2 423	2 475	2 538	2 578	2 587	2 621	2 644
Production nette réelle (TWh)	56,8	64,1	63,1	45,1	59,7	71,8	63,8	55,4	61,0	50,0	65,2	57,2	62,6
Dont petite hydroélectricité	5,6	6,5	6,2	4,4	5,8	7,0	6,2	5,4	6,0	4,9	6,4	5,6	6,1
Production nette normalisée (TWh)	66,1	65,4	64,1	62,5	62,1	62,7	62,0	61,2	60,1	59,5	59,9	59,8	60,7

(\*) Du fait de l'arrêt de certaines installations (déclassement, rénovation), le parc en fin d'année n n'est pas égal à la puissance installée de l'année n-1 à laquelle on ajoute les nouvelles installations de l'année n.

Sources : SDES, Enquêtes sur la production d'électricité, Tableaux de bord hydraulique, Base Pégase, Suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables, Bilans des énergies renouvelables ; RTE, Bilans électriques ; Enedis, OpenData

**Note :** Dans les éditions précédentes, on estimait à 15 MW en moyenne par an les mises en service de la petite hydroélectricité entre 2009 et 2018. Dès 2019, on se basait sur les retours de l'ADEME et du SER sur l'évolution du parc et, par conséquent, des installations annuelles. Cette année, on corrige les mises en service annuelles sur la petite hydroélectricité en se basant sur les données de l'OpenData d'Enedis, correction apportée sur la série dès 2006. Par conséquent, les résultats présentés cette année ne peuvent pas être comparés avec ceux des éditions précédentes.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Marché intérieur (M€)</b>			
Petite hydro <10 MW	Nouvelles puissance x Prix		
Prix unitaire moyen (M€/MW)	3,6 M€/MW	FHE <sup>31</sup> ; ADEME <sup>32</sup>	**
Nouvelles puissances (MW)		2006-2008 : SDES 2009-2020 : Enedis, OpenData	**
Grande hydro >10 MW (M€)	Programmes d'investissement	Communiqués et rapports EDF, CNR, Engie (SHEM)	**
<b>Décomposition du marché intérieur (M€)</b>			
Équipements (M€)	30 % des investissements	Estimation In Numeri	**
Ingénierie (M€)	10 % des investissements	Estimation In Numeri	**
Génie civil (M€)	60 % des investissements	Estimation In Numeri	**
<b>Marché des équipements (M€)</b>	Marché intérieur + Exportation - Importation		
Importation, Exportation (M€)		Eurostat : Produits 84.10.11.00, 84.10.12.00, 84.10.13.00, 84.10.90.00, 84.10.90.10, 84.10.90.90	***
<b>Production d'hydroélectricité (MWh)</b>			
Production brute (MWh)		SDES, Tableaux de bord et Bilan des EnR	***
Production nette (MWh)		SDES, Base Pégase	***
Production nette normalisée (MWh)		SDES, Suivi de la directive	***
Répartition petite et grande hydroélectricité (MWh)		SDES, Enquête sur la production d'électricité ; CNR, Rapports d'activité	**
<b>Prix de l'hydroélectricité (€/MWh)</b>			
Petite hydro (€/MWh)	Coût d'achat unitaire	CRE, Délibérations sur la CSPE, Annexes 1	***
Grande hydro (€/MWh)		CNR, Rapports d'activité CRE, Observatoire des marchés de gros	**
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Effectifs]	2006 à 2013 : CN 2014 à 2015 : ESANE, NAF 28.11	**
Ingénierie (ETP)	Ingénierie M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Effectifs]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.71 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12	**
Génie civil (ETP)	Génie civil M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Effectifs]	2006 à 2008 : CN, Eurostat 2009 à 2015 : ESANE, NAF 42.22	**
Vente d'électricité, exploitation-maintenance (ETP)		Communiqués et rapports EDF, CNR, Engie (SHEM)	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

<sup>31</sup> Syndicat national de la petite hydroélectricité, Présentation France Hydro Électricité, 3<sup>ème</sup> rencontre de l'hydroélectricité en Bourgogne Franche-Comté

<sup>32</sup> ADEME (2020), Guide à destination des porteurs de projets « Hydroélectricité – Réhabiliter ou optimiser un site ; Montage juridique et financier », Édition 2019-2020

# Méthode générale d'évaluation

La fiche porte sur l'évaluation des marchés liés au développement de l'hydroélectricité en France (petite hydroélectricité avec une puissance inférieure à 10 MW ; grande hydroélectricité avec une puissance supérieure à 10 MW). Ces marchés (M€) et les emplois associés (ETP) concernent :

- Les investissements intérieurs : fabrication/installation des équipements, construction/rénovation des centrales, études techniques préalables et ingénierie ;
- La vente d'hydroélectricité et aux services marchands de maintenance et d'exploitation des centrales.

## Investissements (marché intérieur)

Le marché lié à l'investissement pour la construction et la rénovation des centrales hydroélectriques est décomposé de la façon suivante :

- Valeur des équipements au prix « sortie usine » lorsqu'ils sont produits nationalement et au prix douanes lorsqu'ils sont importés ;
- Valeur des activités de génie civil et des études préalables nécessaires à la construction et la rénovation des barrages.

Les données concernant le montant des investissements dans la grande hydroélectricité proviennent des communiqués et rapports des trois exploitants principaux : EDF, Engie (via SHEM) et la CNR.

Pour la petite hydroélectricité, les investissements sont estimés selon les données du SDES, du RTE, de l'OpenData d'Enedis, ainsi que des coûts moyens issus des rapports de France Hydro Électricité (FHE) et de l'ADEME.

L'équilibre sur le marché des équipements est reconstitué en prenant compte du commerce extérieur (Eurostat).

## Vente d'énergie et exploitation-maintenance

Le marché lié à la vente d'électricité hydraulique est décomposé comme suit :

- Valeur de l'électricité injectée sur le réseau public ;
- Valeur des services marchands d'exploitation-maintenance des barrages.

Les données concernant les puissances installées par an et la production d'hydroélectricité sont issues des différents rapports du SDES (Tableaux de bord, Suivie de la directive, Base de données Pégase, Bilan des EnR), ainsi que des bilans du RTE. Les prix sont issus des rapports de la CRE (Délibérations sur la CSPE, Observatoire des marchés de gros) et de la CNR.

## Estimation des emplois

- Les emplois d'investissement sont estimés selon des ratios [Production-Sous-traitance+Marges/Effectifs] calculés selon les données de la Comptabilité nationale ou de la base ESANE pour les NAF correspondantes.
- Pour les emplois d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie, on se base sur les informations publiées dans les communiqués et rapports des trois exploitants principaux.

### Points de vocabulaire

Les **équipements** sont les turbines et autres équipements (hydromécaniques, roues, régulateurs). Les **investissements** correspondent aux dépenses en fabrication et installation de l'ensemble des équipements, en construction des centrales hydrauliques (dispositifs de continuité écologique compris), et en études techniques préalables et ingénierie. Les investissements sont valorisés au prix de fabrication ou prix de douane.

# 4. Pompes à chaleur aérothermiques domestiques et chauffe-eau thermodynamiques

## Points clés

+10 %

Évolution du marché  
2019-2020

30 % des  
emplois

des filières EnR&R étudiées

15 % des  
marchés

des filières EnR&R étudiées

### Forte progression du marché en 2020

En 2020, 463 860 Pompes À Chaleur aérothermiques (PAC aéro) domestiques et Chauffe-Eau Thermodynamiques (CET) sont vendus en France, une hausse de 51 % par rapport à 2018 (Observ'ER). Les ventes augmentent malgré une hausse des prix moyens (matériel et pose). La hausse des ventes entre 2018 et 2020 est principalement poussée par celle des PAC aéro de 74 % (353 540 unités en 2020). Après avoir affiché une hausse continue depuis 2010, les ventes de CET diminuent pour la première fois de 6 % entre 2019 (117 000 unités) et 2020 (110 320 unités).

Le marché total s'élève à 4,7 Mds€ en 2020. Grâce à la hausse des ventes et des prix moyens des appareils, le marché est en hausse de 63 % par rapport à 2018.

### Tendances observées 2018-2020

- Ventes de PAC aérothermiques (unités) ➔

---

- Ventes de CET (unités) ➔

---

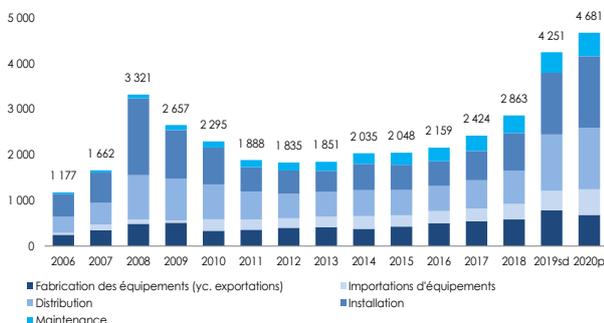
- Marché total (M€) ➔

---

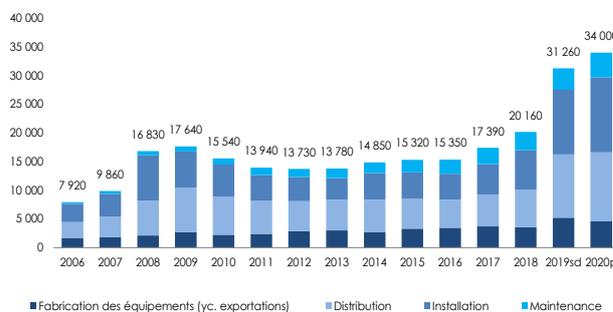
- Emplois de fabrication des équipements (ETP) ➔

Les emplois suivent la même tendance et augmentent de 69 % entre 2018 (20 160 ETP) et 2020 (34 000 ETP). La majorité des emplois se trouve dans l'installation et la distribution (74 %), le reste se situe dans la fabrication (y compris à l'exportation) et la maintenance.

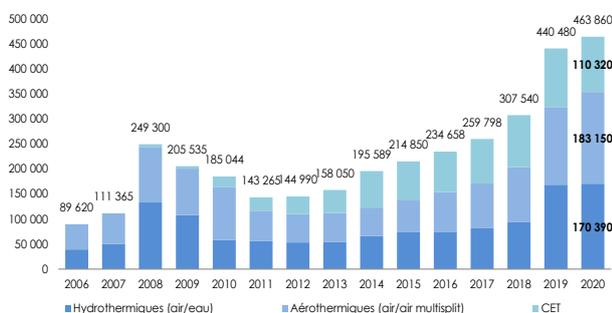
Marchés liés aux PAC aéro domestiques et CET (M€)



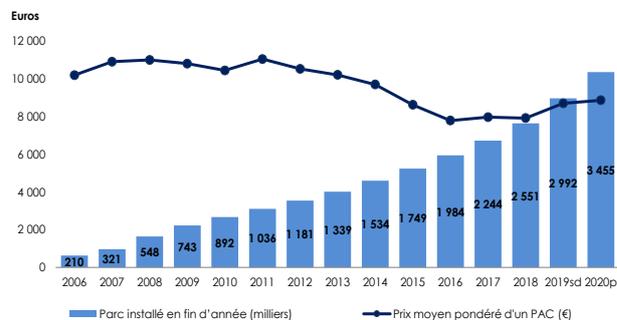
Emplois associés aux PAC aéro domestiques et CET (ETP)



Ventes de PAC aéro et CET (unités)



Parc installé (milliers d'unités) et prix moyen d'une PAC aéro (€)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les marchés concernent la fabrication, la distribution, la pose et la maintenance des PAC aérothermiques domestiques et des CET. Les emplois indiqués sont des emplois directs et n'incluent pas les emplois indirects (fournisseurs des fabricants, assembleurs). En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Fabrication**  
**Installation**

Fabrication et assemblage  
Réseaux d'installateurs

**Distribution**  
**Maintenance**

Grossistes, Distributeurs  
Entretien, Réparation

# Contexte réglementaire

## Nouvelle étiquette énergétique

Entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2013, une nouvelle étiquette énergie est développée dans le cadre de la directive européenne ErP (Energy related Products). Les classes d'efficacité énergétique vont d'A+++ à G. La grande majorité des PAC et CET mis sur le marché se retrouvent en classe A+ et au-dessus.

## Réglementation F-Gaz

Se rapportant au règlement relatif aux Gaz à Effet de Serre (GES<sup>33</sup>) fluorés, la directive dite F-Gaz définit des quotas pour la mise sur le marché des fluides frigorigènes (HydroFluoroCarbures HFC), ainsi que des règles sur le confinement, l'utilisation, la récupération et la destruction de ces fluides et des mesures d'accompagnement.

## Éco-conception des PAC

Depuis septembre 2017, et conformément à la Directive Européenne Éco-Conception, les PAC haute température (HT) et basse température (BT) mises sur le marché doivent offrir une efficacité énergétique saisonnière minimum respectivement de 110 % et 125 %.

## Coup de Pouce Chauffage

Disponible depuis le 1<sup>er</sup> avril 2018, le dispositif « Coup de Pouce Chauffage » a pour objectif d'inciter les ménages à remplacer leur installation de chauffage au charbon, au fioul, au gaz (hors chaudières à condensation) par, entre autres, une PAC de type air/eau, même hybride. Selon le revenu des ménages, cette prime varie entre 2 500 et 4 000 €.

## MaPrimeRénov 2021

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRénov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et prenant en compte les niveaux de revenus. Cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah).

Réservée dans un premier temps aux propriétaires occupants, cette prime est accessible à tous les propriétaires et aux syndicats de copropriétaires depuis le 11 juillet 2021. Le montant de cette prime augmente pour la pose des PAC air/eau et des CET :

- **PACaéro air/eau** : 2 000 € pour les revenus intermédiaires, 3 000 € pour les revenus modestes et 4 000 € pour les revenus les plus modestes ;
- **CET** : 400 € pour les revenus intermédiaires, 800 € pour les revenus modestes et 1 200 € pour les revenus les plus modestes.

Ce dispositif prévoit également un forfait « Rénovation globale » pour les ménages mettant en œuvre un bouquet de travaux permettant d'atteindre un gain énergétique minimal de 55 %. Le montant de la prime peut varier de 3 500 à 7 000 €. Cette prime peut être couplée au « Bonus Bâtiment Basse Consommation » et au « Bonus sortie de passoire énergétique ». Les ménages n'étant pas éligibles à cette prime peuvent prétendre au dispositif « MaPrimeRénov Sérénité ».

L'aide MaPrimeRénov est cumulable non seulement avec l'aide « Coup de Pouce Chauffage », mais également avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %).

### 2007

- Mise en place du label QualiPAC pour les installateurs et de la certification NF PAC pour les modèles fabriqués

### 2013

- Nouvelle étiquette énergétique avec trois classes de très haute performance : A+, A++ et A+++
- Mise en place du label Qualiforage
- Application de la RT 2012 aux maisons individuelles

### 2014

- Règlement UE relatif aux GES fluorés (F-Gaz) et feuille de route pour la réduction des émissions d'ici 2050

### 2015

- Directives du Parlement Européen et du Conseil sur les exigences d'Ecodesign et d'Ecolabelling : Obligation d'une efficacité énergétique saisonnière minimum pour les PAC mises sur le marché et d'un étiquetage énergétique
- Obligation de réalisation des travaux d'installation des PAC par une entreprise avec une qualification Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) pour bénéficier d'aides publiques

### 2020

- Transformation progressive du CITE en MaPrimeRenov
- Plan France Relance : Enveloppe de 6,7 Mds€ pour la rénovation énergétique, dont 2 Mds€ pour le dispositif MaPrimeRenov (niveau du CITE 2017) dès 2021

### 2021

- Suppression définitive du CITE
- MaPrimeRenov étendue à tous les ménages

### 2022

- Interdiction d'installer une chaudière à combustibles fossiles dont les émissions dépassent 300 gCO<sub>2</sub>/kWh dans les bâtiments existants au 1<sup>er</sup> juillet
- Restriction de MaPrimeRenov aux logements de plus de 15 ans uniquement (au lieu de 2 ans)
- Application de la RE 2020 au 1<sup>er</sup> janvier

<sup>33</sup> Règlement (UE) n° 517/2014 du Parlement Européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006

### Marché européen en croissance

En 2020, 4,2 millions de PAC aérothermiques sont vendues dans l'Union Européenne, une hausse de 3 % par rapport à 2019. En 2020, les ventes se répartissent entre 3 605 790 PAC air-air (+1 % par rapport à 2019) et 578 880 PAC air-eau (+15 %).

Le parc total de PAC aérothermiques s'élève à 40,1 millions d'unités pour une production de 12,6 Mtep de chaleur renouvelable (hors CET). En 2020, la France est le 2<sup>ème</sup> marché de l'UE pour les PAC, derrière l'Italie.

Source : EurObserv'ER (2021), Baromètre Pompes à Chaleur

### PAC aérothermiques

On distingue les pompes à chaleur selon le milieu dans lequel elles prélèvent la chaleur (x) et le vecteur par lequel cette chaleur est restituée (y). Dès lors, on parle de PAC x/y. Les pompes aérothermiques prélèvent la chaleur de l'air et la transfèrent soit par des radiateurs (PAC air/eau), soit par de l'air pulsé (PAC air/air).

Pour fonctionner, les PAC consomment de l'énergie électrique ou du gaz (moteur du compresseur, circulation des fluides caloporteurs). Le rapport entre l'énergie consommée et l'énergie restituée caractérise le Coefficient de Performance (COP) de l'appareil. Plus le COP est élevé, plus la PAC est performante.

### Chauffe-eaux thermodynamiques

Ils permettent, via une pompe à chaleur, de produire de l'eau chaude sanitaire en utilisant les calories de l'air. Défini en février 2009 par l'AFNOR Certification (Association Française de Normalisation) et l'AFPAC, un premier référentiel précise les critères minima auxquels les appareils doivent répondre pour obtenir la marque NF Électricité Performance.

## Les acteurs de la filière des PAC et CET

L'augmentation des ventes de PAC de 2006 à 2008, leur baisse de 2009 à 2012, puis leur reprise à partir de 2013 favorisent une restructuration autour des grands acteurs. Parmi les fabricants, on peut citer :

- BDR Thermea, 3<sup>ème</sup> fabricant d'appareils de chauffage en Europe et présent dans une centaine de pays, est le résultat de la fusion des groupes Baxi et De Dietrich Remeha en 2009. En France, le groupe affiche un CA de 404,2 M€ en 2020 et emploie 1 100 salariés.
- Depuis 2010, l'allemand Vaillant Group (2<sup>ème</sup> groupe de chauffage européen et représenté par les marques Vaillant et Saunier Duval en France ; CA de 244,8 M€ pour 540 salariés en 2020) dispose d'une ligne de production dans son usine de Nantes.
- Aldes Aéraulique, spécialiste des PAC aérothermiques et de la climatisation, est associé au japonais Sanden, un des leaders mondiaux de la climatisation automobile fabricant de compresseurs au CO<sub>2</sub> (CA de 161,5 M€ pour 680 effectifs en 2020).
- Atlantic conçoit et fabrique la majorité de ses produits en France (CA de 2,2 Mds€ ; 10 000 collaborateurs). Le groupe possède 10 usines sur le territoire, fabriquant 5 millions d'appareils par an (PAC, CET, chaudière, chauffe-eau solaire) et employant 2 500 salariés.
- Le groupe suédois Nibe Industries reprend les activités commerciales de Technibel (CA de 2 Mds€ pour 18 000 employés dans le monde).

Conscientes du potentiel des systèmes de chauffage plus économes en énergie, les entreprises généralistes<sup>34</sup> sont entrées sur le marché des PAC en tant que fabricants ou importateurs : Airwell, Viessmann, Danfoss, Chaffoteaux d'Ariston Thermo Group, Muller, Weishaupt, Carrier, Climaveneta du Groupe Mitsubishi Electric, ainsi que le français SDEEC (CA de 4,4, M€ pour 30 salariés). Des entreprises spécialisées dans les équipements de climatisation, en particulier japonaises (Daikin, Hitachi, Mitsubishi, Panasonic, Toshiba), proposent également des PAC aérothermiques.

### Label « Qualit'EnR PAC et CET » et certification « Qualibat » pour les installateurs

Pour la 8<sup>ème</sup> année consécutive, le nombre de qualifications RGE délivrées par l'association Qualit'EnR dans le domaine des EnR est en hausse. Au 4 janvier 2021, l'association regroupe 8 280 entreprises qualifiées PAC (incluant à la fois les PAC aérothermiques et les PAC géothermiques) et 325 qualifiées CET.

Il existe également la certification Qualibat. Aujourd'hui, près de 65 000 entreprises ont cette certification, dont 45 190 professionnels Reconnu Garant de l'Environnement (contre 20 860 entreprises RGE en 2021<sup>35</sup>).

<sup>34</sup> Fabricants de chaudières, de chauffage électrique et de ballons d'eau chaude sanitaire, climaticiens

<sup>35</sup> <https://data.ademe.fr/reuses/nombre-d'entreprises-rge>

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

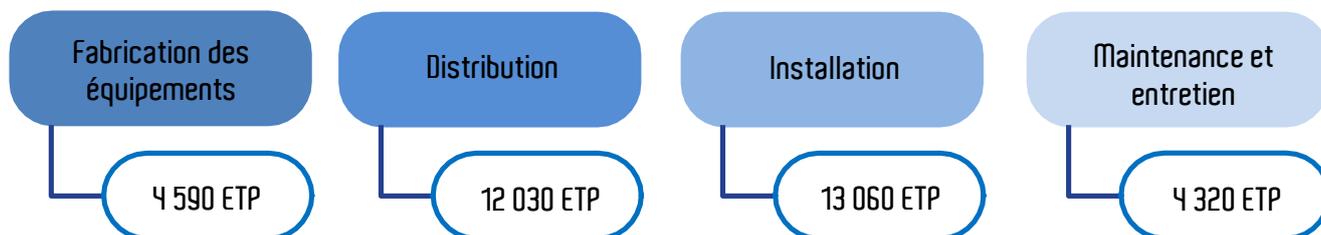
### Hausse de 51 % du nombre d'équipements vendus entre 2018 et 2020

Les ventes de PAC aérothermiques passent de 303 540 unités en 2018 à 353 540 unités en 2020, soit une augmentation de 34 % en moyenne par an, cela malgré une hausse moyenne de 6 % par an de leur prix. Moins onéreuses que les PAC géothermiques, les PAC aérothermiques sont principalement destinées aux logements existants. En 2020, les ventes de PAC aéro se partagent entre 48 % d'unités air/eau et 52 % d'unités air/air. Sur la seule année 2020, ce sont les ventes de PAC air/air qui progressent le plus (+18 %, contre seulement 1 % pour les PAC air/eau), les prix étant plus intéressants que ceux des PAC air/eau.

Les CET font leur entrée sur le marché français en 2008. Les ventes décollent en 2014 (+58 % par rapport à l'année précédente ; AFPAC). Elles continuent leur hausse par la suite jusqu'en 2019 (117 000 unités) et diminuent pour la première fois de 6 % en 2020 (110 320 unités).

Avec de belles performances en termes d'unités vendues, ainsi que la hausse des prix moyens (+12 % entre 2018 et 2020), le marché connaît une forte hausse en valeur de 63 % sur cette période.

### Emplois majoritairement dans l'installation et la distribution



Avec la hausse du nombre de PAC aéro et CET vendus en 2020, l'ensemble des emplois d'investissement de la filière augmente de 9 % par rapport à 2019.

En 2020, l'emploi associé aux investissements (fabrication, distribution et installation des équipements) s'élève à 29 690 ETP, contre 27 530 ETP en 2019. Parmi ces emplois, 510 ETP sont nécessaires à la fabrication des équipements destinés à l'exportation en 2020 (contre 620 ETP l'année précédente). Les emplois de distribution et d'installation représentent 74 % des emplois du secteur et sont en hausse respectivement de 9 % et 16 % sur la période.

### Croissance de la maintenance

Le parc des pompes à chaleur aérothermiques (CET compris) est estimé à 3,5 millions d'unités en 2020. Le marché correspondant à l'entretien et la maintenance de ce parc s'élève à 518,3 M€ (en hausse de 16 % par rapport à 2019), marché employant 4 320 emplois (contre 3 740 en 2019).

### Secteur collectif, tertiaire et industriel

Un des objectifs de la PPE (projet de janvier 2020) est de favoriser l'intégration des PAC dans le résidentiel collectif et tertiaire. Celles considérées dans cette étude sont celles à usage domestique. Il existe des applications « intermédiaires » qui mobilisent des PAC de plus de 30 kW. Elles recouvrent deux filières :

- **Aérothermie** : PAC air/eau et air/air, d'une puissance de 75 à 150 kW jusqu'à 300 kW. Les systèmes air/air sont généralement réversibles (systèmes à débit de réfrigérant variable DRV). Cette filière est peu connue et ne fait pas l'objet d'un soutien dans le cadre du Fonds Chaleur.
- **Géothermie de surface** : PAC sol/sol, PAC sol/eau ou PAC eau/eau sur champ de sondes, sur nappes superficielles, sur eau de mer ou sur eaux usées d'une puissance généralement supérieure à 50 kW. Destinée au secteur collectif, industriel et tertiaire, les PAC eau/eau sont soutenues par le Fonds Chaleur de l'ADEME et font l'objet d'estimations dans la fiche « Géothermie ».

On distingue trois types de système à débit de réfrigérant variable (DRV) : ceux dont les unités intérieures assurent seulement du froid, ceux dont les unités intérieures inversibles assurent du froid ou de la chaleur, et ceux dont les unités assurent du froid et de la chaleur simultanément. Dans ce dernier cas, un transfert d'énergie est possible et le fonctionnement de chaque unité intérieure peut être individualisé. Les principaux fabricants sont japonais (Daikin, Hitachi, Toshiba). Le volume des ventes des systèmes DRV est le suivant.

Nombre	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
DRV	11 579	14 714	13 923	15 478	14 795	14 937	15 881	17 537	20 665	23 335	25 994	30 469	27 686

Source : Uniclimate, Bilans et perspectives du génie climatique

En l'absence de données complémentaires sur ce type de système, il ne nous est pas possible de fournir de résultats plus détaillés, notamment en ce qui concerne les données financières et les emplois.

## Objectifs de la PPE vs. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur via les PAC aérothermiques (CET compris) à horizon 2023 et 2028.

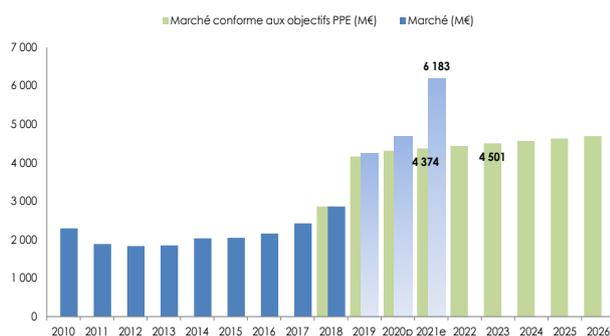
### Production thermique par PAC (TWh)

	2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
PAC aérothermiques	27	35	39	45

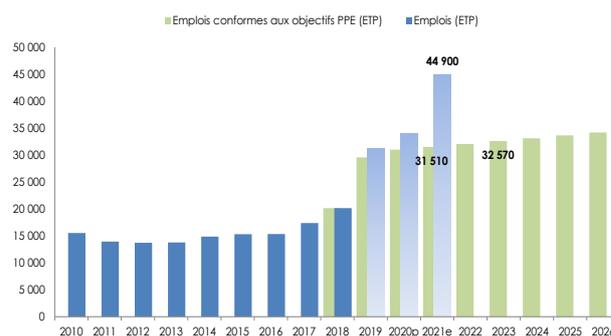
Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

Pour les maisons individuelles, le scénario « haut » en 2028 correspond à un parc de 6,8 millions de PAC aérothermiques (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023). On rappelle qu'en 2018, le parc des PAC aérothermiques et CET est de 2,6 millions d'appareils.

### Marchés liés aux PAC aéro domestiques et CET (M€)



### Emplois associés aux PAC aéro domestiques et CET (ETP)



(\* ) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

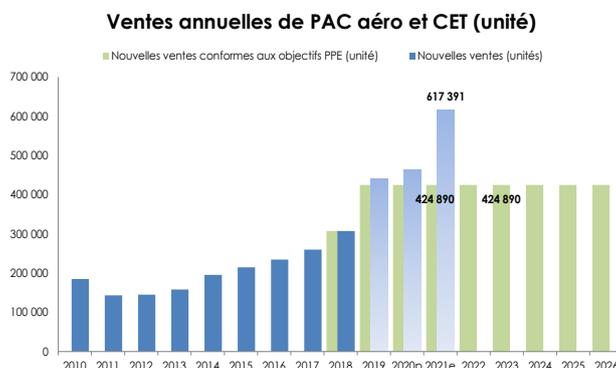
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif haut 2028, et en supposant que cet objectif soit atteint en installant 424 890 nouveaux équipements chez les particuliers chaque année entre 2019 et 2028, le marché total des PAC aéro domestiques et CET est estimé à 4,4 Mds€ en 2021 et 4,5 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 84 % du marché, avec 3,8 Mds€, l'entretien et la maintenance des appareils étant estimé à 0,7 Mds€. Les emplois atteindraient 32 570 ETP en 2023 : 26 730 ETP liés aux investissements et 5 840 ETP liés à la maintenance de l'ensemble des appareils installés.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est au-dessus de la trajectoire PPE : 6,2 Mds€ et 44 900 ETP pour la tendance, 4,4 Mds€ et 31 510 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les ventes annuelles réalisées selon chaque cas de figure. Selon les observations d'Uniclimate, les ventes s'élèveraient à plus de 617 390 appareils en 2021. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il suffirait de vendre plus de 424 890 nouveaux équipements cette même année (-31 %).

À noter que, selon le bilan 2021 d'Uniclimate, les ventes des PAC aérothermiques auprès des particuliers augmenteraient de façon plus importante en 2021 (+32 % par rapport à 2020). Cette hausse concernerait à la fois les PAC air/eau (+52,5 %) et les PAC air/air multisplit (+13 %). Après avoir affiché une baisse en 2020, les ventes de CET repartiraient également à la hausse en 2021 (+36,5 %). Ces évolutions sont cohérentes avec les retours d'Observ'ER pour les PAC air/air et les CET. Cette reprise de l'activité peut être expliquée par la perspective de l'interdiction d'installer des chaudières au fioul (dans le neuf et en rénovation) à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2022, ainsi que de la mise en place des différents dispositifs d'aide à l'installation d'équipements performants (ex. Coup de Pouce Chauffage).



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la filière

### Marché des PAC conforté par l'interdiction des chaudières au fioul

En juillet 2020, le 5<sup>e</sup> conseil de défense écologique annonce l'interdiction d'installer des chaudières à fioul à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2022. Ces dernières seront interdites dans les logements neufs et devront être remplacées par un équipement plus performant (chaudières à gaz à haute performance, chaudière à granulés, pompe à chaleur) en cas de remplacement d'anciens appareils. Cette mesure concerne à la fois les bâtiments à usage d'habitation et les bâtiments à usage professionnel. Le remplacement n'est pas obligatoire et il sera toujours possible de réparer le dispositif. Néanmoins, cette mesure devrait conforter la place des PAC comme solution de chauffage durable pour les ménages.

#### Mesures de soutien de la PPE

- Pérenniser les soutiens via MaPrimeRénov' pour les PAC air/eau et les PAC géothermiques, en visant le même ordre de grandeur de reste à charge pour l'une ou l'autre de ces deux solutions

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

## Résultats détaillés

### Marchés liés aux PAC aérothermiques domestiques et CET

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France	146	326	247	206	208	251	214	269	283	325	315	690	608
Importations d'équipements	42	96	250	225	208	230	278	249	269	279	339	429	564
Distribution	352	970	763	610	535	544	568	553	549	622	728	1 236	1 347
Installation	502	1 685	810	538	513	459	579	555	543	641	827	1 353	1 568
<b>Total des investissements</b>	<b>1 041</b>	<b>3 077</b>	<b>2 069</b>	<b>1 578</b>	<b>1 464</b>	<b>1 485</b>	<b>1 639</b>	<b>1 626</b>	<b>1 644</b>	<b>1 867</b>	<b>2 209</b>	<b>3 709</b>	<b>4 087</b>
<b>Maintenance</b>	<b>31</b>	<b>82</b>	<b>134</b>	<b>155</b>	<b>177</b>	<b>201</b>	<b>230</b>	<b>262</b>	<b>298</b>	<b>337</b>	<b>383</b>	<b>449</b>	<b>518</b>
<b>Marché intérieur *</b>	<b>1 073</b>	<b>3 159</b>	<b>2 203</b>	<b>1 734</b>	<b>1 641</b>	<b>1 686</b>	<b>1 869</b>	<b>1 889</b>	<b>1 941</b>	<b>2 203</b>	<b>2 591</b>	<b>4 157</b>	<b>4 605</b>
<b>Exportations</b>													
Exportations des équipements	104	162	92	154	194	165	167	160	218	220	272	93	76
<b>Marché total **</b>	<b>1 177</b>	<b>3 321</b>	<b>2 295</b>	<b>1 888</b>	<b>1 835</b>	<b>1 851</b>	<b>2 035</b>	<b>2 048</b>	<b>2 159</b>	<b>2 424</b>	<b>2 863</b>	<b>4 251</b>	<b>4 681</b>
<b>Production **</b>	<b>1 135</b>	<b>3 225</b>	<b>2 046</b>	<b>1 663</b>	<b>1 628</b>	<b>1 621</b>	<b>1 758</b>	<b>1 799</b>	<b>1 891</b>	<b>2 145</b>	<b>2 524</b>	<b>3 822</b>	<b>4 117</b>

(\*) Marché intérieur : Total des investissements + Maintenance

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Marché total par type d'appareils

M€	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
PAC air/eau	519	1 861	873	916	869	876	1 003	1 042	1 017	1 134	1 294	2 165	2 253
PAC air/air	658	1 435	1 335	864	823	791	754	734	858	966	1 186	1 649	1 989
CET	0	25	88	109	144	184	278	272	284	324	382	437	439
<b>Marché total</b>	<b>1 177</b>	<b>3 321</b>	<b>2 295</b>	<b>1 888</b>	<b>1 835</b>	<b>1 851</b>	<b>2 035</b>	<b>2 048</b>	<b>2 159</b>	<b>2 424</b>	<b>2 863</b>	<b>4 251</b>	<b>4 681</b>

### Emplois associés aux PAC aérothermique domestiques et CET

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	980	1 420	1 630	1 370	1 490	1 820	1 490	2 070	1 950	2 200	1 920	4 580	4 080
Distribution	2 780	6 080	6 680	5 780	5 240	5 340	5 680	5 200	4 900	5 560	6 500	11 050	12 030
Installation	3 140	7 900	5 570	4 460	4 180	3 780	4 660	4 630	4 520	5 340	6 890	11 270	13 060
<b>Total</b>	<b>6 900</b>	<b>15 400</b>	<b>13 870</b>	<b>11 600</b>	<b>10 910</b>	<b>10 940</b>	<b>11 840</b>	<b>11 900</b>	<b>11 370</b>	<b>13 090</b>	<b>15 310</b>	<b>26 910</b>	<b>29 180</b>
<b>Liés à la maintenance</b>	<b>320</b>	<b>720</b>	<b>1 060</b>	<b>1 320</b>	<b>1 440</b>	<b>1 650</b>	<b>1 850</b>	<b>2 190</b>	<b>2 480</b>	<b>2 800</b>	<b>3 190</b>	<b>3 740</b>	<b>4 320</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>7 220</b>	<b>16 130</b>	<b>14 930</b>	<b>12 920</b>	<b>12 340</b>	<b>12 590</b>	<b>13 690</b>	<b>14 090</b>	<b>13 850</b>	<b>15 900</b>	<b>18 500</b>	<b>30 640</b>	<b>33 490</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>700</b>	<b>710</b>	<b>610</b>	<b>1 020</b>	<b>1 390</b>	<b>1 190</b>	<b>1 170</b>	<b>1 230</b>	<b>1 500</b>	<b>1 490</b>	<b>1 660</b>	<b>620</b>	<b>510</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>7 920</b>	<b>16 830</b>	<b>15 540</b>	<b>13 940</b>	<b>13 730</b>	<b>13 780</b>	<b>14 850</b>	<b>15 320</b>	<b>15 350</b>	<b>17 390</b>	<b>20 160</b>	<b>31 260</b>	<b>34 000</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Emplois totaux par type d'appareils

ETP	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
PAC air/eau	3 630	4 620	10 910	9 020	5 370	6 390	6 200	6 480	7 380	7 880	7 280	8 140	9 170
PAC air/air	4 290	5 240	5 800	8 480	9 570	6 750	6 460	5 930	5 450	5 400	6 020	6 900	8 250
CET	0	0	120	150	600	800	1 070	1 370	2 020	2 040	2 040	2 350	2 740
<b>Total des emplois</b>	<b>7 920</b>	<b>16 830</b>	<b>15 540</b>	<b>13 940</b>	<b>13 730</b>	<b>13 780</b>	<b>14 850</b>	<b>15 320</b>	<b>15 350</b>	<b>17 390</b>	<b>20 160</b>	<b>31 260</b>	<b>34 000</b>

## Ventes annuelles et parc des PAC aérothermiques domestiques et CET ; Consommation de chaleur

Milliers d'unités	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PAC aéro	89,6	243,9	164,2	116,6	110,1	112,1	123,1	138,6	153,9	170,8	203,5	323,5	353,5
Dont air/eau	39,1	133,0	58,2	56,2	53,1	54,5	66,2	73,6	74,5	81,7	93,6	168,5	170,4
Dont air/air	50,5	110,9	106,1	60,4	57,0	57,6	56,9	65,0	79,4	89,1	110,0	155,0	183,2
CET	0,0	5,4	20,8	26,7	34,9	46,0	72,5	76,3	80,8	89,0	104,0	117,0	110,3
<b>Total des ventes</b>	<b>89,6</b>	<b>249,3</b>	<b>185,0</b>	<b>143,3</b>	<b>145,0</b>	<b>158,1</b>	<b>195,6</b>	<b>214,9</b>	<b>234,7</b>	<b>259,8</b>	<b>307,5</b>	<b>440,5</b>	<b>463,9</b>
<b>Parc</b>	<b>210</b>	<b>548</b>	<b>892</b>	<b>1 036</b>	<b>1 181</b>	<b>1 339</b>	<b>1 534</b>	<b>1 749</b>	<b>1 984</b>	<b>2 244</b>	<b>2 551</b>	<b>2 992</b>	<b>3 455</b>
<b>Consommation de chaleur GWh</b>	<b>4,1</b>	<b>9,2</b>	<b>13,7</b>	<b>15,6</b>	<b>17,3</b>	<b>19,1</b>	<b>20,9</b>	<b>23,1</b>	<b>25,3</b>	<b>27,6</b>	<b>30,2</b>	<b>33,9</b>	<b>37,5</b>
Dont PAC aéro	2,9	7,2	11,2	12,9	14,5	16,1	17,9	20,0	22,2	24,5	27,1	30,9	34,1

Sources : Observ'ER ; AFPAC, PAC&Clim Info ; SDES, Tableau de suivi de la directive relative aux énergies renouvelables

**Note :** Cette année, l'ancienne fiche « PAC domestiques et CET » est divisée en deux :

- La présente fiche présente les résultats relatifs aux PAC aérothermiques (air/eau et air/air) et aux chauffe-eau thermodynamiques (CET) chez les particuliers (secteur domestique).
- Les résultats relatifs aux PAC géothermiques domestiques (sol/sol, sol/eau et eau/eau) sont intégrés dans la fiche « Géothermie ».

Par conséquent, il n'est pas possible de comparer directement les résultats de cette édition avec ceux des années précédentes.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Marché intérieur (M€)</b>	Ventes x Prix unitaire		
Ventes (unités)		Observ'ER, AFPAC	***
Prix unitaire (€/unité)		Observ'ER	***
<b>Marge de distribution</b>			
Réseaux de distribution (%)		Observ'ER	***
Taux de marge sur achats (%)		ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
<b>Marché des équipements (M€)</b>			
Marché intérieur (M€)	CA des fabricants/importateurs	Observ'ER	***
Fabrication (M€)		INSEE, EAP ; Comptes des entreprises	**
Importation, Exportation (M€)		Eurostat, Produits 84.15.81.00, 84.15.82.00 et 84.18.61.00	**
<b>Maintenance (M€)</b>	150 €/an d'entretien par PAC	Estimation In Numeri	*
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Distribution (ETP)	Distribution M€ x ratio [Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B, 47.52B	**
Installation (ETP)	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Maintenance (ETP)	Maintenance M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**

(\* Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

## Méthode générale d'évaluation

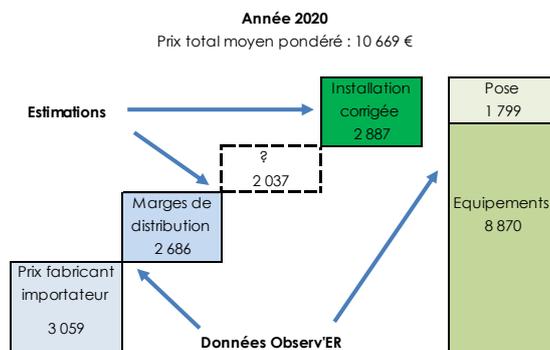
### Marché intérieur

Dans un premier temps, on reconstitue le nombre d'appareils vendus à partir des données Observ'ER pour les PAC aérothermiques et des données AFPAC pour les CET. À travers les enquêtes d'Observ'ER, on dispose des prix unitaires des équipements et de la pose pour les PAC aéro. Il s'agit des prix facturés aux ménages par les installateurs. Pour les CET, on ne dispose que des prix 2009 et 2011 (BatiEtude, Étude de marché sur les CET). La série est reconstituée en faisant évoluer ces deux prix selon le prix moyen des PAC aéro. En multipliant le nombre d'appareils vendus par leur prix moyen, on obtient le marché intérieur (matériel et pose).

**Note :** En 2020, le prix à la fabrication (3 059 €) représente 29 % du prix des équipements facturés par les installateurs (10 669 €). On calcule les marges de distribution selon les données d'ESANE (NAF 46.74B Commerce de gros de fournitures pour la plomberie et le chauffage ; NAF 47.52B Commerce de détail de quincaillerie, peintures et verre en grandes surfaces). En ajoutant les marges de distribution (schéma ci-dessous), on obtient 5 746 € comme prix moyen marges comprises. Ce prix est donc à comparer au prix moyen facturé de 10 669 €. L'écart est de 4 923 € en moyenne par PAC.

Une partie de cet écart peut correspondre au fait que, dans l'enquête d'Observ'ER, les installateurs majorent le prix des équipements (seule partie de la facture qui donne droit au CITE) au détriment du prix de l'installation. Le prix moyen déclaré de l'installation est en effet très faible : 1 799 €, ce qui correspondrait à environ 5 jours de travail facturés.

De son côté, l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG) évalue le coût d'installation d'une PAC géothermique (hors forages et raccordement) à 2 690 € en 2011. Sur cette base, on corrige le prix de l'installation d'un facteur 1,6. Le coût de la pose corrigé est par conséquent de 2 887 €. Le schéma ci-dessous montre qu'une partie du prix facturé (2 037 €, soit 19 %) reste inexpliquée, ou plus précisément ne peut être directement affectée ni à l'installation ni à la distribution. Cette partie « inexpliquée » était de 49 % en 2006.



À titre indicatif, les prix unitaires des PAC aérothermiques et CET sont présentés ci-dessous :

Prix unitaire €	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
air/eau	11 577	12 768	13 293	13 660	13 100	12 867	12 393	11 567	10 633	10 920	10 920	11 483	11 793
air/air	11 650	12 225	11 468	11 917	11 473	11 067	10 467	8 717	8 177	8 377	8 377	9 333	9 623
<b>PAC aéro</b>	<b>11 618</b>	<b>12 521</b>	<b>12 114</b>	<b>12 757</b>	<b>12 258</b>	<b>11 942</b>	<b>11 502</b>	<b>10 229</b>	<b>9 365</b>	<b>9 593</b>	<b>9 546</b>	<b>10 453</b>	<b>10 669</b>
<b>CET</b>	<b>3 997</b>	<b>4 307</b>	<b>3 839</b>	<b>3 412</b>	<b>3 279</b>	<b>3 194</b>	<b>3 077</b>	<b>2 736</b>	<b>2 505</b>	<b>2 566</b>	<b>2 553</b>	<b>2 796</b>	<b>2 854</b>

Source : Estimation In Numeri selon les données Observ'ER et AFPAC

On choisit de répartir la partie inexpliquée de la valeur totale entre la distribution et l'installation au prorata de leurs valeurs calculées. Après intégration de la valeur des CET, on obtient la valeur du marché intérieur, décomposée entre valeur des équipements aux prix fabricants/douanes, les marges de distribution et la valeur de l'installation.

### Équilibre sur le marché des équipements

On établit un équilibre indicatif entre le marché intérieur, la fabrication et les échanges extérieurs de l'ensemble des PAC (aérothermiques et géothermiques). La valeur de la fabrication française est estimée selon les données de l'EAP (Base INSEE, produits 29.23.12.20, 29.23.12.45, 29.23.13.80 et 29.23.13.73 en 2006 et 2007 ; produits 28.25.12.50.10 et 28.25.13.80.00 par la suite) et les données de production des principaux fabricants (Comptes des entreprises). Les données sur les importations et exportations sont issues d'Eurostat (Produits 84.15.81.00, 84.15.82.00 et 84.18.61.00).

Au final, on applique cet équilibre au CA des fabricants/importateurs des PAC aéro et CET sur le marché français (Observ'ER) pour estimer l'équilibre sur le marché uniquement des PAC aéro et CET.

### Parc et maintenance

Le parc des PAC aéro de 2006 à 2010 est issu du SDES. À partir de 2011, on y ajoute les nouvelles PAC aéro vendues chaque année (Observ'ER).

Inexistant en 2006, le parc des CET est donc nul en 2006. Il est calculé en ajoutant les ventes annuelles de CET à partir de 2007 (AFPAC).

Partant du parc, le marché de la maintenance est estimé sur la base d'un coût unitaire de 150 € par appareil et par an.

### Estimation des emplois

- **Fabrication** : Ratios [Production/Effectifs] des principaux fabricants (Comptes des entreprises).
- **Distribution** : Ratios [Marges/Emploi] estimés à partir des données de la Comptabilité Nationale de 2006 à 2008 et d'ESANE (NAF 46.74B et 47.52B) de 2009 à 2016. Ratios 2017 à 2020 identiques à celui de 2016.
- **Installation et maintenance** : Ratio [Production -Sous-traitance+Marges/Emploi] estimés à partir des données de la CN (branche 45.3F) de 2006 à 2008 et d'ESANE (NAF 43.22B) de 2009 à 2015. Ratios 2016 à 2020 identiques à celui de 2015.

# 5. Appareils domestiques de chauffage au bois

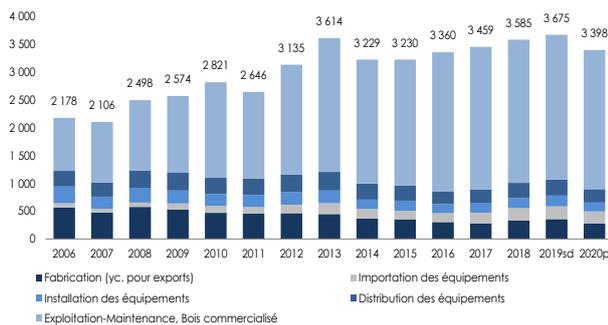
## Points clés

### Baisse des ventes des appareils de chauffage au bois en 2020

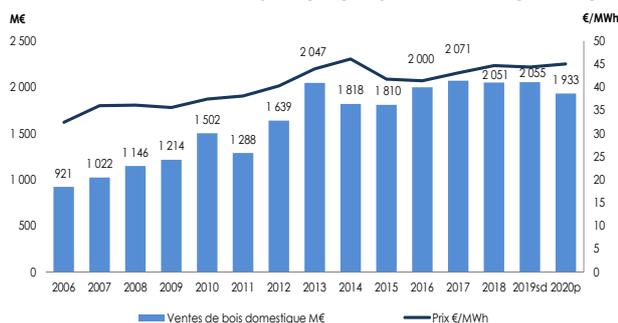
Les ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois baissent de 17 % entre 2018 (378 980 unités) et 2020 (314 865 unités). Cette baisse concerne tous les appareils, à l'exception des chaudières (+47 % entre 2018 et 2020) qui ne représente que 6 % du total des ventes en 2020.

Le marché des appareils domestiques de chauffage au bois suit la même tendance et diminue de 5 % sur cette même période. En 2020, le marché total s'élève à 3,4 Mds€, contre 3,6 M€ en 2018. La valeur du bois marchand (bois de bûche et granulés) représente 57 % du marché total.

### Marchés liés aux appareils de chauffage au bois (M€)



### Ventes de bois domestiques (M€) et prix de vente (€/MWh)

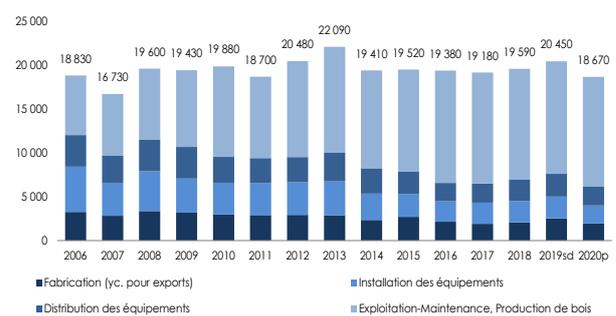


### Tendances observées 2018-2020

- Nombre d'appareils de chauffage au bois vendus ↓
- Emplois liés aux investissements (ETP) ↓
- Consommation de bois des ménages (TWh) ↓
- Ventes de bois de bûche et de granulés (M€) ↓
- Emplois de production du bois domestique (ETP) ↓

En 2020, les emplois associés s'élèvent à 18 670 ETP. Parmi ces emplois, 6 540 ETP concerne la production de bois domestique commercialisé, 6 000 ETP la maintenance des appareils, et 6 140 ETP la fabrication (y compris pour l'export), la distribution et la pose des appareils.

### Emplois associés aux appareils de chauffage au bois (ETP)



### Consommation de bois domestique (TWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés du bois à usage domestique. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

<b>Équipement</b>	Fabricants de poêles, de foyers et d'inserts, de chaudières et de cuisinières
<b>Distribution</b>	Ventes en grandes surfaces de bricolage, revendeurs et installateurs
<b>Installation</b>	Artisans qualifiés Reconnu Garant de l'Environnement (RGE)
<b>Bois</b>	Production de bois de bûche et de granulés marchands (en circuits professionnels ou circuits courts) pour les particuliers
<b>Maintenance</b>	Entretien et réparation

# Contexte réglementaire

## Coup de Pouce Chauffage et CEE

Disponible depuis le 1er avril 2018, le dispositif « Coup de Pouce Chauffage » a pour objectif d'inciter les ménages à remplacer leur installation de chauffage au charbon, au fioul, au gaz (hors chaudières à condensation) par, entre autres, un appareil indépendant de chauffage au bois très performant. Selon les revenus des ménages, cette prime varie entre 500 et 800 €. Ces appareils bénéficient également des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) standard qui fournissent une prime de 150 à 300 €.

## MaPrimeRénov 2021

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRénov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et prenant en compte les niveaux de revenus. Cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah).

Réservée dans un premier temps aux propriétaires occupants, cette prime est accessible à tous les propriétaires et aux syndicats de copropriétaires depuis le 11 juillet 2021. Son montant augmente pour la pose des différents appareils de chauffage au bois :

- **Chaudières bois à alimentation manuelle (à bûches) :** 3 000 € pour les revenus intermédiaires, 6 500 € pour les revenus modestes et 8 000 € pour les revenus les plus modestes ;
- **Chaudières bois à alimentation automatique (à granulés) :** 4 000 € pour les revenus intermédiaires, 8 000 € pour les revenus modestes et 10 000 € pour les revenus les plus modestes ;
- **Poêles à bûches et cuisinières à bûches :** 1 000 € pour les revenus intermédiaires, 2 000 € pour les revenus modestes et 2 500 € pour les revenus les plus modestes ;
- **Poêles à granulés et cuisinières à granulés :** 1 500 € pour les revenus intermédiaires, 2 500 € pour les revenus modestes et 3 000 € pour les revenus les plus modestes ;
- **Foyers fermés et inserts :** 800 € pour les revenus intermédiaires, 1 500 € pour les revenus modestes et 2 500 € pour les revenus les plus modestes.

Ce dispositif prévoit également un forfait « Rénovation globale » pour les ménages mettant en œuvre un bouquet de travaux permettant d'atteindre un gain énergétique minimal de 55 %. Le montant de la prime peut varier de 3 500 à 7 000 €. Cette prime peut être couplée au « Bonus Bâtiment Basse Consommation » et au « Bonus sortie de passoire énergétique ». Les ménages n'étant pas éligibles à cette prime peuvent prétendre au dispositif « MaPrimeRénov Sérénité ».

L'aide MaPrimeRénov est cumulable non seulement avec l'aide « Coup de Pouce Chauffage », mais également avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %).

### 2012

- RT 2012 : Autorisation donnée sur une consommation totale d'énergie primaire du bâti plus importante de 30 % si le bois est le chauffage principal du logement

### 2014

- Remplacement du Crédit d'Impôt au Développement Durable (CIDD) par le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE)

### 2015

- Création de deux nouvelles classes de performance Flamme Verte (6 et 7 étoiles)
- Directives du Parlement Européen et du Conseil sur les exigences d'Ecodesign et d'Ecolabelling
- Obligation de réalisation des travaux d'installation par une entreprise avec une qualification Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) pour bénéficier d'aides publiques

### 2016

- CITE exclusivement disponible pour les appareils répondant aux exigences Flamme Verte 5 étoiles ou équivalent

### 2018

- Suppression de la classe de performance Flamme Verte 5 étoiles
- Étiquettes " Énergie " obligatoires pour les poêles et inserts à bois ou à granulés

### 2020

- Transformation progressive du CITE en MaPrimeRénov
- Suppression de la classe Flamme Verte 6 étoiles
- Règlement Ecodesign obligatoire pour les chaudières à bûches ou à granulés
- Plan France Relance : Enveloppe de 6,7 Mds€ pour la rénovation énergétique, dont 2 Mds€ pour le dispositif MaPrimeRénov (niveau du CITE en 2017) dès 2021

### 2021

- Suppression définitive du CITE
- MaPrimeRénov étendue à tous les ménages
- Étiquettes " Énergie " obligatoires pour les chaudières à bûches ou à granulés

### 2022

- Règlement Ecodesign obligatoire pour les poêles et inserts (à bûches ou granulés)
- Application de la RE 2020 au 1er janvier
- Interdiction d'installer une chaudière à combustibles fossiles dont les émissions dépassent 300 gCO<sub>2</sub>/kWh dans les bâtiments existants au 1er juillet
- Restriction de MaPrimeRénov aux logements de plus de 15 ans uniquement (au lieu de 2 ans)

## Plans de protection de l'atmosphère : aides et contraintes associées

En 2021, la Loi Climat et Résilience<sup>36</sup> prévoit que les préfets prennent les mesures locales nécessaires pour atteindre une réduction de 50 % des émissions de particules fines du chauffage biomasse résidentiel entre 2020 et 2030 dans certains territoires concernés par un plan de protection de l'atmosphère.

L'aide du Fonds Air-Bois porté par l'ADEME vise à réduire les émissions de particules du chauffage au bois individuel en renouvelant les anciennes installations de combustion de bois. À ce jour, 14 territoires mettent en place ce dispositif d'aide avec le soutien de l'ADEME.

Pour bénéficier de cette aide, les appareils non performants de chauffage au bois (foyers ouverts et fermés d'avant 2002) doivent être remplacés par des appareils très performants labellisés Flamme Verte 7 étoiles ou équivalent. Le montant de l'aide et les conditions d'attribution varient selon les territoires.

### Marché européen des appareils individuels de chauffage au bois

Selon les données d'Eurostat, la production européenne d'appareils à combustibles solides (poêle, chaudière à foyer, insert) s'élève à 1,1 Mds€ en 2020. Avec 112,9 M€, le marché français est le 2<sup>ème</sup> marché européen, derrière l'Italie (313,8 M€) et devant l'Allemagne (80,6 M€).

## Les acteurs de la filière du bois domestique

### Fabrication des appareils de chauffage au bois

Le secteur de la fabrication des équipements de chauffage est relativement développé. Depuis plusieurs années, de nombreuses PME ont acquis un savoir-faire reconnu, notamment dans la fabrication de poêles et d'inserts.

Les principales entreprises sont Invicta Group (29,3 M€ de CA et 270 salariés en 2020) et SA Godin (CA de 19,0 M€ et 190 salariés en 2020). Deville, entreprise spécialisée dans la fabrication de poêles à bois, est rachetée par Invicta Group en 2016.

### Industries connexes à la fabrication d'appareils

Bien que les plus grands fabricants aient intégré l'activité de fonderie, certains font appel à des sous-traitants pour la fabrication des corps de chauffe en fonte. Les principales entreprises intervenantes sont La Fonte Ardennaise (CA de 103,7 M€ et 650 salariés en 2020) et la Fonderie de Niederbronn (24 M€ de CA et 165 salariés en 2018).

Les entreprises de taille, façonnage et finissage des pierres contribuent à l'habillage des foyers fermés : Cheminées Philippe, Cheminées de Chazelles, Cheminées Seguin Duteriez, et Cheminées La Romaine.

### Grands distributeurs

En 2020, la distribution des appareils de chauffage au bois est effectuée à 28 % par les magasins spécialisés et à 25 % par les Grandes Surfaces de Bricolage (GSB : Bricorama, Leroy Merlin). Le reste des ventes est réalisé par des réseaux de ventes spécialisés (28 %), des grossistes (18 %), des ventes directes (1 %) et des ventes en ligne (1 %).

### Label « Qualibois » et certification « Qualibat » pour les installateurs d'appareils de chauffage au bois

L'ensemble des dispositions mentionnées est complété par des actions de formation des installateurs. L'appellation qualité pour les installateurs de bois-énergie (Qualibois) gérée par l'association Quali'EnR intègre les appareils de chauffage indépendants à travers le module de formation spécifique « Qualibois Air » et les chaudières au bois sous le module « Qualibois Eau ». Au 4 janvier 2021, l'association regroupe près de 3 930 entreprises qualifiées Qualibois Air et 3 400 entreprises qualifiées Qualibois Eau.

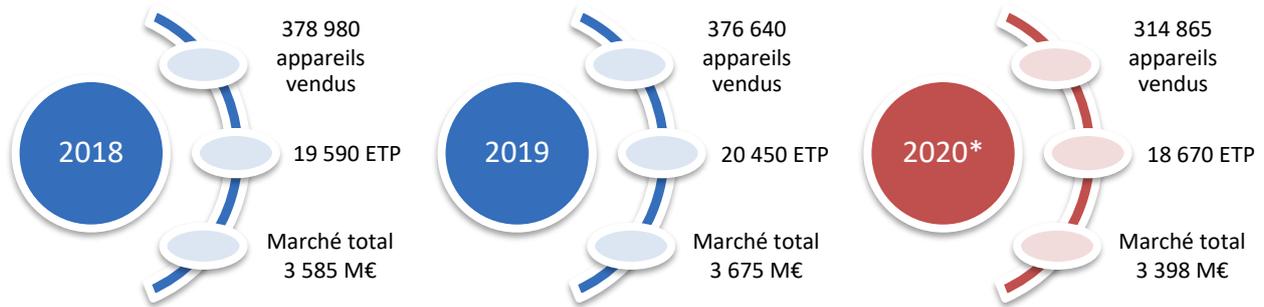
Il existe également la certification Qualibat. Aujourd'hui, près de 65 000 entreprises ont cette certification, dont 45 190 professionnels Reconnu Garant de l'Environnement (contre 20 860 entreprises RGE en 2021<sup>37</sup>).

On note aussi la mise en œuvre de la directive européenne sur l'obligation de formation et de certification en matière d'installation de systèmes d'EnR.

<sup>36</sup> Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets

<sup>37</sup> <https://data.ademe.fr/reuses/nombre-d'entreprises-rge>

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Baisse des ventes d'appareils de chauffage au bois en 2020

Après une reprise des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois en 2017 (+11 % par rapport à 2016), suivie d'une très légère baisse en 2018 et en 2019, les ventes atteignent leur plus bas niveau en 2020 depuis 2006, avec 314 865 unités, soit une baisse de 16 % sur l'année.

Cette baisse constatée entre 2019 et 2020 concerne tous les appareils de chauffage au bois : baisse de 16 % pour les poêles à granulés et à bûches (équipements qui représentent 75 % des ventes), de 25 % pour les cuisinières, de 21 % pour les foyers et inserts, et de 5 % pour les chaudières.

Les investissements (y compris pour les exportations) diminuent de 17 % entre 2019 (1 073 M€) et 2020 (896 M€).

Sur l'année 2020, la fabrication française d'appareils s'élève à 275 M€, dont 240 M€ pour le marché intérieur et 35 M€ pour les exportations. Selon Observ'ER, la part la plus importante de l'industrie française concerne la fabrication des inserts et des foyers fermés, avec de 59 % de ces appareils fabriqués en France. Ce taux est de 37 % pour les cuisinières, 34 % pour les poêles et 12 % pour les chaudières individuelles. Les importations s'élèvent à 220 M€ en 2020.

Le chiffre d'affaires associé à l'installation est de 162 M€ et celui de la distribution de 239 M€.

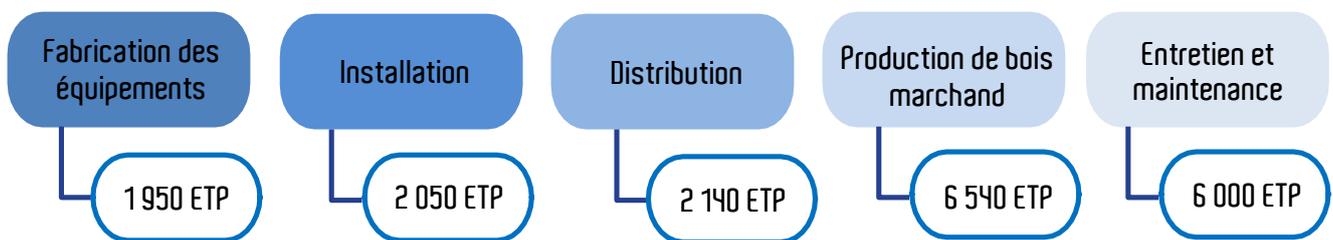
Le marché lié à la consommation de bois marchand des ménages baisse de 6 % en 2020 (1,9 Mds€). Cette consommation se répartie entre 1,6 Mds€ pour le bois de bûche et 0,3 Mds€ pour les granulés.

Le parc des appareils de chauffage au bois augmente de 2 % entre 2019 (7,3 millions d'unités) et 2020 (7,5 millions d'unités). La maintenance de ce parc représente un marché de 570 M€ en 2020, contre 547 M€ en 2019.

### Légère augmentation de la part du neuf dans les poses totales d'appareils en 2020

Observ'ER estime le nombre d'appareils posés dans l'habitat neuf à près de 43 650 unités en 2020, soit 13 % des ventes totales. Malgré une légère augmentation par rapport à l'année précédente (11 % des ventes totales), le taux d'appareils posés dans le neuf est très en recul par rapport à 2012 (31 %), ce qui s'explique par une certaine saturation du marché et un recul de la mise en chantier des logements individuels.

### Baisse des emplois du secteur en 2020



En 2020, les emplois de fabrication des appareils de chauffage au bois sont répartis entre la fabrication pour le marché intérieur (1 700 ETP) et celle destinée à l'exportation (250 ETP).

Les emplois de distribution et de pose des appareils s'élèvent à 4 190 ETP.

Les emplois associés à la production de bois marchand des ménages baissent de 7 % par rapport à l'année précédente et passent de 7 070 ETP en 2019 à 6 540 ETP en 2020 (la productivité étant stable sur cette période).

Les emplois de maintenance augmentent en fonction du parc des appareils et passent de 5 760 ETP en 2019 à 6 000 ETP en 2020. À noter qu'en moyenne, 60 % des ménages font appel à un professionnel pour l'entretien et la maintenance de leur appareil en 2020.

## Consommation de bois domestique dépendante des conditions météorologiques

L'augmentation du parc installé, corrigé de l'augmentation des rendements, ainsi que les prix des énergies fossiles (fioul, gaz) et de l'électricité sont des facteurs tendanciels d'évolution de la consommation de bois des ménages.

Cependant, à court terme, le climat reste le facteur explicatif principal. Après une forte baisse de 18 % entre 2013 et 2014, la consommation de bois domestique augmente à 75,0 TWh en 2019, pour rebaisser à 69,5 TWh en 2020, niveau plus bas que celui constaté en 2014 (70,8 TWh ; SDES, estimation à climat réel).

Comme le montre le tableau ci-dessous, consommation de bois et indices de rigueur climatique suivent des évolutions très similaires.

### Évolution de l'indice de rigueur climatique et de la consommation de bois des ménages

Évolution par rapport à l'année précédente	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Indice de rigueur climatique	0,99	0,99	1,17	0,84	1,00	1,10	0,82	0,90	1,00	0,95	0,90	0,91	0,81
Évolution de l'indice de rigueur	-5%	8%	16%	-28%	20%	9%	-26%	10%	12%	-5%	-5%	1%	-11%
Évolution de la consommation de bois (TWh)	-8%	7%	13%	-19%	16%	10%	-18%	6%	8%	-4%	-5%	1%	-7%

Source : Estimations IN NUMERI selon SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables

## Objectifs de la PPE vs. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes d'augmentation de la production de chaleur à partir de biomasse solide. Ces objectifs sont mis en perspective avec les évolutions climatiques.

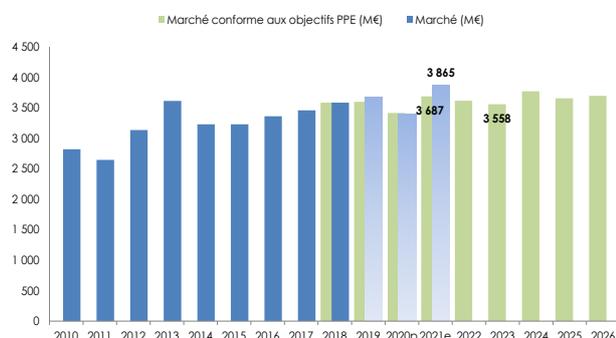
### Production de chaleur à partir de biomasse solide pour les ménages (TWh)

2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
80 TWh	80 TWh	80 TWh	80 TWh
7,5 millions de logements	9,5 millions de logements	10,2 millions de logements	11,3 millions de logements

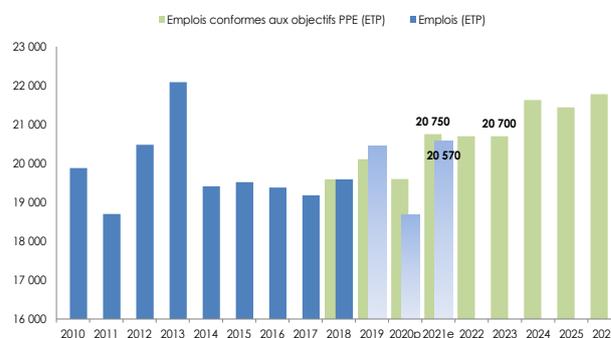
Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 représente donc un parc de 10,8 millions d'appareils posés chez les particuliers. Avec un parc de plus de 7 millions d'appareils en 2018 (hors équipements renouvelés dans l'habitat existant) et un rythme moyen de près de 446 580 appareils vendus par an entre 2006 et 2018, l'atteinte de l'objectif moyen de la PPE en 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023) reste plausible.

### Marchés liés au bois domestique (M€)



### Emplois associés au bois domestique (ETP)



(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimée

Source : Estimations IN NUMERI

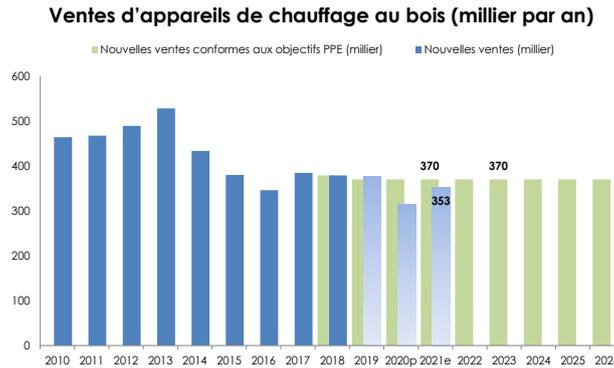
Pour atteindre l'objectif moyen 2028, on suppose l'installation de plus de 370 000 nouveaux équipements chez les particuliers chaque année entre 2019 et 2028. On fait également l'hypothèse que la consommation de bois des particuliers suit la tendance actuelle basée sur l'évolution de l'indice de rigueur climatique. Au final, le marché total des équipements domestiques de chauffage au bois est estimé à 3 687 M€ en 2021 et 3 558 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 980 M€, le bois marchand 1 898 M€, et l'entretien-maintenance des appareils 680 M€. Les emplois atteindraient 20 700 ETP en 2023 : 6 920 ETP liés aux investissements, 6 620 ETP à la production du bois commercialisé, et 7 160 ETP à la maintenance de l'ensemble des appareils installés.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est quasi identique à la trajectoire PPE : 3 845 M€ et 20 570 ETP pour la tendance, 3 687 M€ et 20 750 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les ventes annuelles réalisées selon chaque cas de figure. Selon les observations d'Observ'ER, les ventes s'élèveraient à plus de 353 110 appareils en 2021. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait installer plus de 370 000 nouveaux équipements cette même année (+5 %).

À noter que, selon Observ'ER, les ventes des appareils de chauffage au bois chez les particuliers repartiraient à la hausse en 2021 (+12 % par rapport à 2020). Cette reprise de l'activité peut être expliquée par la perspective de l'interdiction

d'installer des chaudières au fioul (dans le neuf et en rénovation) à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2022, ainsi que de la mise en place des différents dispositifs d'aide à l'installation d'équipements performants (ex. Coup de Pouce Chauffage).



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la Filière

### Directive Ecodesign pour les appareils de chauffage

Validée par les instances européennes depuis 2015 en ce qui concerne le domaine du chauffage, la directive Ecodesign atteint son plein potentiel au 1<sup>er</sup> janvier 2022. De fait, l'étiquette énergétique déjà mise en place est complétée, dans la documentation technique fournie par le fabricant, par la mention des performances environnementales qui doivent respecter des exigences presque équivalentes au label Flamme Verte 7 étoiles. Pour cela, la quantité de substances polluantes émises au moment de la combustion sera prise en compte.

Déjà appliqués aux chaudières à bois depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020, c'est désormais tous les appareils indépendants de chauffage au bois, qu'ils soient à bûches ou granulés, qui doivent respecter ces critères pour pouvoir être commercialisés sur le marché européen. Cette norme pousse ainsi les industriels à améliorer les performances générales de leurs produits, comme leur impact sur l'environnement.

### Marché des chaudières au bois conforté par l'interdiction des chaudières au fioul

En juillet 2020, le 5<sup>e</sup> conseil de défense écologique annonce l'interdiction d'installer des chaudières à fioul à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2022. Ces dernières seront interdites dans les logements neufs et devront être remplacées par un équipement plus performant (chaudières à gaz à haute performance, chaudière à granulés, pompe à chaleur) en cas de remplacement d'anciens appareils. Cette mesure concerne à la fois les bâtiments à usage d'habitation et les bâtiments à usage professionnel. Le remplacement n'est pas obligatoire et il sera toujours possible de réparer le dispositif. Néanmoins, cette mesure devrait conforter la place des chaudières au bois comme solution de chauffage durable pour les ménages.

#### Mesures de soutien de la PPE

- Remplacer à un rythme rapide les appareils indépendants de chauffage au bois (foyers, poêles, inserts) peu performants par des équipements plus performants en termes de rendement et de qualité de l'air (flamme verte, granulés) ;
- Organiser une campagne de sensibilisation sur la bonne utilisation du bois domestique ;
- Développer des analyses territoriales de la biomasse à l'échelle régionale (dans le cadre de l'élaboration des schémas régionaux biomasse) afin de mobiliser les ressources en biomasses disponibles mais pas encore exploitées avec une mise à jour des données d'inventaire (travail en cours de l'IGN).

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

# Résultats détaillés

## Marchés liés aux appareils de chauffage au bois chez les particuliers

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France	485	501	408	395	406	396	322	317	269	248	299	323	240
Equipements importés	79	80	125	117	154	194	173	154	159	189	219	229	220
Installation	301	267	214	216	223	229	170	182	164	179	184	195	162
Distribution	283	307	291	296	320	337	289	270	234	243	273	292	239
<b>Total des investissements</b>	<b>1 148</b>	<b>1 156</b>	<b>1 037</b>	<b>1 024</b>	<b>1 104</b>	<b>1 156</b>	<b>953</b>	<b>923</b>	<b>826</b>	<b>859</b>	<b>976</b>	<b>1 038</b>	<b>860</b>
<b>Bois commercialisé, Entretien des appareils</b>	<b>951</b>	<b>1 267</b>	<b>1 722</b>	<b>1 562</b>	<b>1 972</b>	<b>2 406</b>	<b>2 232</b>	<b>2 269</b>	<b>2 500</b>	<b>2 565</b>	<b>2 574</b>	<b>2 602</b>	<b>2 503</b>
Bois commercialisé	921	1 146	1 502	1 288	1 639	2 047	1 818	1 810	2 000	2 071	2 051	2 055	1 933
Entretien-maintenance	30	121	220	274	333	360	414	459	500	494	524	547	570
<b>Marché intérieur *</b>	<b>2 100</b>	<b>2 423</b>	<b>2 759</b>	<b>2 586</b>	<b>3 076</b>	<b>3 562</b>	<b>3 185</b>	<b>3 193</b>	<b>3 326</b>	<b>3 424</b>	<b>3 550</b>	<b>3 640</b>	<b>3 363</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	78	74	62	60	59	52	44	37	34	35	35	35	35
<b>Marché total **</b>	<b>2 178</b>	<b>2 498</b>	<b>2 821</b>	<b>2 646</b>	<b>3 135</b>	<b>3 614</b>	<b>3 229</b>	<b>3 230</b>	<b>3 360</b>	<b>3 459</b>	<b>3 585</b>	<b>3 675</b>	<b>3 398</b>
<b>Production **</b>	<b>2 098</b>	<b>2 418</b>	<b>2 696</b>	<b>2 529</b>	<b>2 981</b>	<b>3 421</b>	<b>3 056</b>	<b>3 076</b>	<b>3 201</b>	<b>3 270</b>	<b>3 366</b>	<b>3 447</b>	<b>3 179</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Bois commercialisé et entretien des appareils

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés aux appareils de chauffage au bois chez les particuliers

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication d'équipements	2 810	2 930	2 570	2 530	2 560	2 550	2 070	2 430	1 910	1 680	1 880	2 290	1 700
Installation	5 180	4 550	3 640	3 640	3 730	3 860	3 020	2 600	2 330	2 420	2 420	2 480	2 050
Distribution	3 590	3 620	2 930	2 860	2 860	3 310	2 880	2 550	2 090	2 170	2 440	2 610	2 140
<b>Total</b>	<b>11 580</b>	<b>11 100</b>	<b>9 150</b>	<b>9 030</b>	<b>9 150</b>	<b>9 730</b>	<b>7 980</b>	<b>7 570</b>	<b>6 330</b>	<b>6 260</b>	<b>6 730</b>	<b>7 370</b>	<b>5 890</b>
<b>Liés à la production de bois et l'entretien</b>	<b>6 800</b>	<b>8 070</b>	<b>10 330</b>	<b>9 280</b>	<b>10 960</b>	<b>12 030</b>	<b>11 150</b>	<b>11 660</b>	<b>12 800</b>	<b>12 680</b>	<b>12 640</b>	<b>12 830</b>	<b>12 530</b>
Production de bois commercialisé	6 410	6 580	7 710	6 190	7 250	7 950	6 430	6 830	7 540	7 470	7 130	7 070	6 540
Entretien-maintenance	400	1 480	2 620	3 090	3 700	4 080	4 720	4 830	5 260	5 200	5 510	5 760	6 000
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>18 380</b>	<b>19 170</b>	<b>19 490</b>	<b>18 310</b>	<b>20 110</b>	<b>21 750</b>	<b>19 130</b>	<b>19 230</b>	<b>19 140</b>	<b>18 940</b>	<b>19 370</b>	<b>20 200</b>	<b>18 420</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>450</b>	<b>430</b>	<b>390</b>	<b>390</b>	<b>370</b>	<b>340</b>	<b>280</b>	<b>290</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>220</b>	<b>250</b>	<b>250</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>18 830</b>	<b>19 600</b>	<b>19 880</b>	<b>18 700</b>	<b>20 480</b>	<b>22 090</b>	<b>19 410</b>	<b>19 520</b>	<b>19 380</b>	<b>19 180</b>	<b>19 590</b>	<b>20 450</b>	<b>18 670</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Ventes d'équipements domestiques de chauffage au bois ; Consommation totale de bois des ménages

Milliers d'appareils	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Foyers fermés et inserts	282	238	180	180	157	152	121	98	81	81	71	71	56
Poêles	205	217	259	263	307	350	294	266	251	288	291	283	238
Chaudières	28	27	17	17	19	21	14	11	10	11	12	19	18
Cuisinières	14	11	8	7	7	6	5	5	4	5	4	4	3
<b>Ventes annuelles</b>	<b>529</b>	<b>493</b>	<b>464</b>	<b>467</b>	<b>489</b>	<b>528</b>	<b>433</b>	<b>380</b>	<b>346</b>	<b>385</b>	<b>379</b>	<b>377</b>	<b>315</b>
<b>Conso de bois des ménages TWh</b>	<b>71,0</b>	<b>72,4</b>	<b>84,0</b>	<b>68,0</b>	<b>78,8</b>	<b>86,7</b>	<b>70,8</b>	<b>75,1</b>	<b>80,9</b>	<b>77,8</b>	<b>74,3</b>	<b>75,0</b>	<b>69,5</b>

Sources : Observ'ER, Suivi de marché des appareils de chauffage au bois ; SDES, Suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables

**Note :** Cette année, plusieurs corrections sont apportées dans le calcul des marchés et des emplois liés à la production de bois commercialisé et à l'entretien des appareils. Une première correction concerne la part marchande du bois consommé par les ménages (retour ADEME sur la base des résultats de la dernière étude sur le chauffage domestique au bois). Pour la partie « entretien », le parc des équipements - initialement calculé selon le cumul des ventes dès 2006 - est dorénavant issu du CEREN (2006 et 2013) et de l'ADEME (2017). La série est reconstituée en se basant sur les ventes annuelles d'équipements pour l'habitat neuf et en primo acquisition pour l'habitat existant (Observ'ER). Les ventes dédiées au renouvellement d'équipements dans l'habitat existant sont donc exclues du parc, ces ventes ne faisant pas augmenter le parc. Par conséquent, les résultats présentés cette année ne peuvent pas être comparés à ceux des éditions précédentes.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Nombre d'appareils vendus</b>		Observ'ER	***
<b>Marché intérieur (M€)</b>	CA des fabricants/importateurs	Observ'ER	***
<b>Fabrication (M€)</b>	Marché intérieur + Exportations – Importations		
Exportations et importations		Eurostat, Produits 73.21.13.00, 73.21.19.00, 73.21.83.00, 73.21.89.00	***
<b>Installation (M€)</b>	Emplois de pose x Ratio d'emploi		
Emplois de pose (ETP)	Nb d'appareils posés x Nb d'heures de pose par appareil	Observ'ER ADEME (2006), Étude Algoé Blézat	**
Ratio d'emploi (k€/ETP)	Emplois (ETP) x ratio [VA/Effectifs salarié et non salarié]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2019 : ESANE, NAF 43.22B	**
<b>Marges de distribution (M€)</b>	Marché intérieur (M€) x Taux de marges sur achats	2006 à 2008 : Comptabilité Nationale 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
<b>Consommation de bois de bûche marchand (ktep)</b>			
Consommation de bois des ménages (ktep)		SDES, Tableau de suivi de la directive	**
Part marchande de la production de bois (%)		2006 : ADEME, Étude Algoé Blézat 2012 : Solagro, Biomasse Normandie, BVA et Marketing Freelance pour ADEME, Étude sur le chauffage domestique au bois 2018 : Solagro, Biomasse Normandie et BVA, Étude sur le chauffage domestique au bois	**
<b>Consommation de granulés marchands (ktep)</b>	Production + Importations - Exportations	SNPGB ; Eurostat, Produits 44.01.31.00	***
Ratio tep/tonne	0,39	DGEMP/ADEME	***
Part marchande de la production de granulés	90 %	Association Européenne de la BIOMasse (AEBIOM), Rapport statistique 2013	**
<b>Entretien (M€)</b>		CEREN ; ADEME, Études sur le chauffage domestique au bois ; Observ'ER INSEE, IPC (IdBank 1764637)	**
<b>Prix du bois combustible (€/tonne et €/stère)</b>		2006 à 2017 : SDES, Base Pégase 2018 à 2020 : ADEME, Enquêtes sur les prix des combustibles bois pour chauffage domestique	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [CA/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Distribution (ETP)	Marges M€ x ratio [Marges/Emploi]	2006 à 2008 : Comptabilité Nationale 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
Installation (ETP)	Nb d'appareils posés x Nb d'heures de pose par appareil	ADEME (2006), Étude Algoé Blézat	**
Production de bois (ETP)	Production marchande ktep x ratio [ETP/ktep]	ADEME (2006), Étude Algoé Blézat	**
Maintenance (ETP)	Entretien M€ x ratio [VA+Autres achats-Sous-traitance/Emploi]	2006 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Investissements : fabrication, vente, installation

Les données sur le marché intérieur des équipements (CA des fabricants/importateurs) par appareil sont issues des rapports d'Observ'ER. Une correction est apportée aux données de 2006 à 2010 suite à une révision des rapports d'Observ'ER.

La valeur des exportations et importations est issue d'Eurostat (appareils de cuisson : produits 73.21.13.00 et 73.21.19.00 ; poêle et chaudières à foyer : produits 73.21.83.00 et 73.21.89.00).

La fabrication française est estimée par solde : marché intérieur + exportations – importations.

Les marges de distribution sont estimées d'un côté pour les appareils posés par les ménages eux-mêmes (marges de gros et de détail), et d'un autre pour les appareils posés par un installateur (marges de détail). La part des appareils en auto-pose est issue des rapports d'Observ'ER (50 % des appareils vendus en GSB). Les taux de marges sont calculés selon les données de la Comptabilité Nationale (2006 à 2008) et d'ESANE (2009 à 2016, NAF 46.74B et 47.52B). Les taux de marges sont relativement fluctuants et en progression tendancielle. Afin d'éliminer ces fluctuations, qui se traduisent par des variations fortes des emplois, on juge préférable de « lisser » les taux de marges entre 2006 et 2013, en faisant l'hypothèse d'une hausse annuelle de 0,5 % du taux de marges sur achats en gros par rapport à celui de 2005 et de 2,2 % de hausse annuelle du taux de marges sur achats en détail par rapport à celui de 2005. À partir de 2014, on estime les taux de marges selon la tendance observée sur les dernières années.

Pour l'installation, on ne peut pas s'appuyer sur les coûts de pose des enquêtes Observ'ER, ces derniers étant très sous-estimés et ne comprenant pas les équipements annexes (conduits de cheminée). Ainsi, on évalue en premier lieu les emplois de pose selon les données de l'étude Algoé Blézat Consulting (ADEME, 2006). Cette étude donne un ratio pour 1 645 h de pose par an. On garde ce même ratio sur l'ensemble de la période. Par la suite, on valorise ces emplois par un ratio [VA/Emploi salarié et non salarié] tiré des données de la CN (2006 à 2008, branche 45.3F) et d'ESANE (2009 à 2019, NAF 43.22B). On garde le même ratio 2019 pour l'année 2020.

## Valeur du bois marchand consommé par les ménages

Les quantités de bois consommées sont estimées à partir des données du SDES (Tableau de suivi de la directive européenne relative aux EnR). On ne garde que la part marchande.

La consommation de granulés est estimée par solde [production+importation-exportation]. Les données sur la production sont issues du Syndicat National des Producteurs de Granulés (SNPGB) de 2008 à 2013. De 2014 à 2016, on estime la production selon le taux d'évolution de la production de bois issue d'Eurostat (produit 44.01.31.00). Les productions 2017 à 2020 sont estimées par l'évolution de la quantité de bois consommée issue du SDES. Les importations et exportations sont issues d'Eurostat (produit 44.01.31.00).

On utilise un coefficient de conversion de 0,39 tep/tonne (DGEMP/ADEME). On considère également que 90 % de la consommation de bois marchand concerne les ménages pour leur chauffage résidentiel (Association Européenne de la BIOMasse (AEBIOM), Rapport statistique 2013).

Les prix sont issus de la base de données Pégase du SDES de 2006 à 2017 et des enquêtes de l'ADEME sur les prix des combustibles bois pour le chauffage domestique à partir de 2018.

## Maintenance et entretien des appareils

Ce marché et les emplois associés ne concernent que les appareils de chauffage au bois dont l'entretien nécessite l'intervention d'un professionnel (ADEME, Études sur le chauffage domestique au bois).

L'étude « Chauffage au bois » de l'ADEME (2015) donne un coût moyen de maintenance de 120 € par appareil et par an. On reconstitue la série selon l'évolution de l'Indice de Prix à la Consommation (IPC) des ménages en services d'entretien pour les systèmes de chauffage (IldBank 1764637).

## Estimation des emplois

- **Fabrication** : Les emplois sont calculés selon un ratio [CA/Effectifs] des principaux fabricants d'appareils de chauffage au bois (Comptes des entreprises).
- **Distribution** : Les emplois sont calculés selon un ratio [Marges/Emploi] estimé à partir des données de la CN (2006 à 2008) et d'ESANE (2009 à 2016, NAF 46.74B et 47.52B). On prend 90 % du ratio commerce de gros et 10 % du ratio commerce de détail. On garde le même ratio 2016 à partir de 2017.
- **Production de bois** : Les emplois dans la production du bois de bûche (sur site et en entreprise) et des granulés sont calculés à partir des ratios 2006 et des prévisions 2015 en [ETP/ktep] issus de l'étude Algoé Blézat Consulting (ADEME, 2006). Le ratio des années manquantes est estimé selon le TCAM 2006-15. On garde le même ratio 2015 à partir de 2016.
- **Entretien-maintenance** : On utilise un ratio [VA+Autres achats-Sous-traitance/Emploi] calculés à partir des données d'ESANE (NAF 43.22B) de 2006 à 2015. On garde le même ratio 2015 à partir de 2016.

# 6. Solaire thermique

## (Métropole et DOM)

### Points clés

#### Le marché en hausse en 2020

Après avoir diminué de 14 % entre 2018 et 2019, les surfaces installées augmentent de 7 % en 2020 (près de 127 280 m<sup>2</sup>). Le marché passe de 340 M€ en 2018 à 329 M€ en 2019 et 371 M€ en 2020. Il en est de même pour les emplois : ils passent de 2 420 ETP en 2018 à 2 270 en 2019, et remontent à 2 520 ETP en 2020. Malgré une baisse de 43 % des surfaces posées dans le collectif entre 2018 et 2020, la stabilité des surfaces posées dans l'individuel et la hausse des prix moyens de 6 % tirent le marché et les emplois à la hausse.

Entre ces deux années, la surface des capteurs installés en Métropole augmente de 10 % dans l'individuel (de 20 440 m<sup>2</sup> à 22 530 m<sup>2</sup>), mais diminue de 43 % dans le collectif (de 23 980 m<sup>2</sup> à 13 620 m<sup>2</sup>). Ce qui entraîne une baisse de 3 % des investissements intérieurs entre 2018 (39,1 M€) et 2020 (37,9 M€).

Dans les DOM, les investissements intérieurs enregistrent une baisse de 2 % entre 2018 (136,4 M€) et 2020 (133,1 M€), conséquence de la baisse des surfaces posées en CESI et dans le collectif.



#### Tendances observées 2018-2020

Surface installée annuelle (m<sup>2</sup>)



Investissements intérieurs annuels (M€)



Marché total (M€)



Fabrication des équipements (M€)



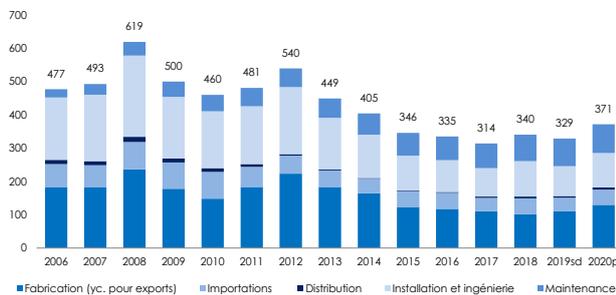
Emplois de fabrication des équipements (ETP)



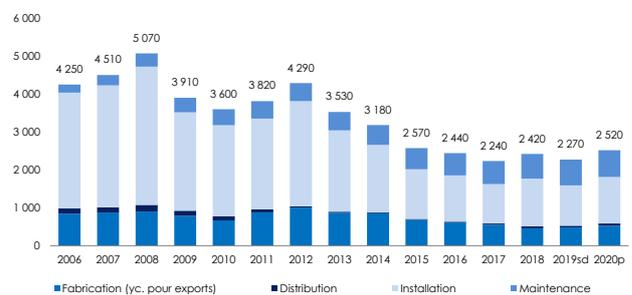
Les installations collectives sur les DOM poursuivent leur chute et disparaissent pratiquement en 2020 (584 m<sup>2</sup> posés sur l'année). Cet essoufflement est dû au manque de compétitivité par rapport aux autres solutions individuelles de production de chaleur renouvelable et à une réglementation défavorable pour le collectif.

Fin 2020, plus de 3 510 000 m<sup>2</sup> d'installations solaires thermiques sont en service. L'augmentation des surfaces en service entraîne une hausse de 9 % du marché de la maintenance entre 2018 (79 M€) et 2020 (86 M€).

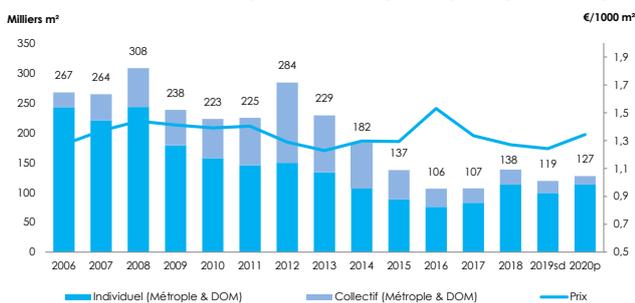
Marchés liés au solaire thermique (M€)



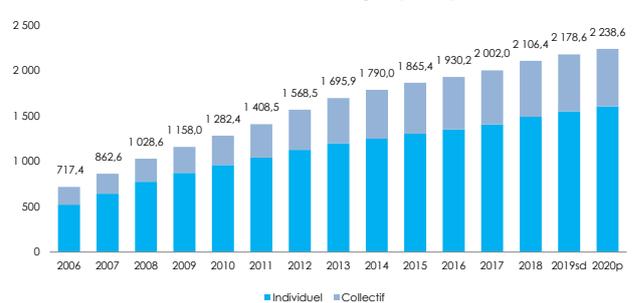
Emplois associés au solaire thermique (ETP)



Installations annuelles (milliers de m<sup>2</sup>) ; Prix posé (€/1000m<sup>2</sup>)



Production d'énergie (GWh)



#### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés du solaire thermique (secteur individuel et collectif). Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Fabrication des équipements**  
**Distribution des équipements**  
**Installation**  
**Maintenance**

Fabrication de capteurs et de composants  
Ventes d'équipements chez les grossistes et détaillants  
Pose dans les logements individuels et les bâtiments collectifs  
Visites d'entretien et réparations

# Contexte réglementaire

## Coup de Pouce Chauffage

Disponible depuis le 1<sup>er</sup> avril 2018, le dispositif « Coup de Pouce Chauffage » a pour objectif d'inciter les ménages à remplacer leur installation de chauffage au charbon, au fioul, au gaz (hors chaudières à condensation) par, entre autres, un système solaire combiné (SSC). Selon les revenus des ménages, cette prime varie entre 2 500 et 4 000 €.

## MaPrimeRénov 2021

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRénov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et prenant en compte les niveaux de revenus. Cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah).

Réservée dans un premier temps aux propriétaires occupants, cette prime est accessible à tous les propriétaires et aux syndicats de copropriétaires depuis le 11 juillet 2021. Le montant de cette prime augmente pour la pose des différents équipements dans le secteur individuel :

- **Chauffe-eau solaire individuel (CESI)** : 2 000 € pour les revenus intermédiaires, 3 000 € pour les revenus modestes, et 4 000 € pour les revenus les plus modestes ;
- **Systèmes solaires combinés (SSC)** : 4 000 € pour les revenus intermédiaires, 8 000 € pour les revenus modestes, et 10 000 € pour les revenus les plus modestes.

Ce dispositif prévoit également un forfait « Rénovation globale » pour les ménages mettant en œuvre un bouquet de travaux permettant d'atteindre un gain énergétique minimal de 55 %. Le montant de la prime peut varier de 3 500 à 7 000 €. Cette prime peut être couplée au « Bonus Bâtiment Basse Consommation » et au « Bonus sortie de passoire énergétique ». Les ménages n'étant pas éligibles à cette prime peuvent prétendre au dispositif « MaPrimeRénov Sérénité ».

L'aide MaPrimeRénov est cumulable non seulement avec l'aide « Coup de Pouce Chauffage », mais également avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %).

## Baisse des aides du Fonds Chaleur en 2020, après un bilan record en 2019

Lancé par l'ADEME de 2000 à 2006, le Plan Soleil permet le développement des CESI. Les installations collectives sont, quant à elles, soutenues via le Fonds Chaleur mis en place en 2009. Entre 2009 et 2020, le Fonds Chaleur soutient l'installation de plus de 120 040 m<sup>2</sup> de capteurs dans l'habitat collectif, dont près de 11 430 m<sup>2</sup> en 2019 et 3 300 m<sup>2</sup> en 2020.

Les systèmes solaires collectifs en Métropole sont ainsi en recul depuis 2013, le déficit de compétitivité par rapport aux autres modes de production de chaleur faisant frein à son implantation. En 2018, ce secteur augmente de 3 % pour les surfaces posées. Situation qui ne dure pas : ces installations diminuent à nouveau de 20 % en 2019 et 29 % en 2020.

La situation est meilleure dans les Départements d'Outre-mer (DOM), notamment avec le renforcement du dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE). La LTECV de 2015<sup>38</sup> met l'accent sur la précarité énergétique en multipliant par trois l'obligation de détention de CEE provenant d'opérations de maîtrise de l'énergie chez les ménages en situation de précarité énergétique dans les DOM par rapport aux CEE hexagonaux. Après quatre années consécutives à augmenter

<b>2000</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place du Plan Soleil de l'ADEME permettant la diffusion des CESI (2000-2006)</li> </ul>
<b>2007</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi du Grenelle de l'Environnement : Création du Crédit d'Impôt Développement Durable (CIDD) avec un taux à 50 %</li> </ul>
<b>2009</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place du Fonds Chaleur de l'ADEME : Soutien aux installations collectives et tertiaires</li> </ul>
<b>2012</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoption de la Réglementation Thermique imposant le passage à une consommation primaire d'énergie de 50 kWhep/m<sup>2</sup> par an à partir de 2015</li> </ul>
<b>2014</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) remplaçant le CIDD</li> </ul>
<b>2015</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV)</li> <li>• Création du dispositif " Appels à Projets Solaire Thermique " de l'ADEME</li> <li>• Obligation de réalisation des travaux d'installation par une entreprise avec une qualification Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) pour bénéficier d'aides publiques</li> </ul>
<b>2020</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation progressive du CITE en MaPrimeRénov</li> <li>• Plan France Relance : Enveloppe de 6,7 Mds€ pour la rénovation énergétique, dont 2 Mds€ pour le dispositif MaPrimeRénov (niveau du CITE 2017) dès 2021</li> </ul>
<b>2021</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suppression définitive du CITE</li> <li>• MaPrimeRénov étendue à tous les ménages</li> </ul>
<b>2022</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restriction de MaPrimeRénov aux logements de plus de 15 ans uniquement (au lieu de 2 ans)</li> <li>• Application de la RE 2020 au 1er janvier</li> </ul>

<sup>38</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

(de 2015 à 2018), les installations posées dans les DOM baissent de 15 % en 2019, mais augmentent à nouveau en 2020 (+15 %).

### Fragilisation du marché européen du solaire thermique

- Les surfaces de capteurs nouvellement installés en UE se limitent à 1,9 millions de m<sup>2</sup> en 2020, niveau en baisse de 15 % par rapport à l'année précédente, et très en-dessous du niveau 2008 (4,6 millions de m<sup>2</sup>).
- La superficie du parc de l'UE s'élève à 53,9 millions de m<sup>2</sup> en 2020 (+2 % par rapport à 2019).
- L'Allemagne reste le 1<sup>er</sup> marché européen, avec 544 000 m<sup>2</sup> de capteurs installés en 2020, soit une puissance de 450,1 MWth. S'en suit la Grèce (304 500 m<sup>2</sup> installés, 213,2 MWth) et l'Espagne (177 170 m<sup>2</sup> installés, 133,5 MWth). La France (DOM compris) arrive en 5<sup>ème</sup> position, avec 120 810 m<sup>2</sup> installés et 84,6 MWth.
- Les industriels européens se tournent désormais vers de nouveaux marchés à l'export pour assurer leurs ventes (Moyen-Orient, Afrique).

Source : EurObserv'ER (2021), Baromètres Solaire Thermique et Solaire Thermodynamique

## Les acteurs de la filière du solaire thermique

### Fabrication des équipements : une filière dominée par les Allemands

En Europe, les principaux fabricants d'équipements spécifiques aux systèmes solaires thermiques (capteurs, absorbeurs et, dans une moindre mesure, ballons biénergie) sont allemands. Une exception : l'austro-danois GREENoneTEC, premier fabricant européen de capteurs et d'absorbeurs.

### Spécialistes français en difficulté face aux fabricants allemands

Grâce à son usine de Faulquemont (Moselle), le groupe allemand Viessmann est devenu le premier fabricant français de capteurs solaires sur le territoire (126,3 M€ de CA en 2020, dont 92 % à l'export, pour 500 salariés). La capacité de production de l'usine est de 290 000 capteurs par an, représentant une surface installée de 660 000 m<sup>2</sup>.

L'allemand Vaillant Group (2<sup>ème</sup> groupe de chauffage européen et représenté par les marques Vaillant et Saunier Duval en France) possède une unité de fabrication de capteurs à Nantes, dont la capacité de production est de 125 000 capteurs (300 000 m<sup>2</sup>). En 2020, Saunier Duval affiche un CA de 244,8 M€ (dont 65 % à l'export) et emploie 540 salariés.

Les deux plus anciennes entreprises françaises spécialisées dans le solaire thermique connaissent des difficultés. Après avoir été en liquidation judiciaire, Clipsol met les clés sous la porte en 2017 (1,5 M€ de CA pour 35 salariés cette dernière année). Jacques Giordano est sous plan de sauvegarde depuis 2017.

Une vingtaine d'autres généralistes de l'eau chaude sanitaire et du chauffage (généralement filiales de grands groupes européens) sont présents sur le marché français du solaire thermique et fabriquent des composants : Baxi, Buderus Chauffage, Remeha (de Dietrich), Bosch (ELM Leblanc) et Ariston MTS (Chaffoteaux et Maury) entre autres.

### Newheat : étoile montante du solaire français

Fondée en 2015, la société bordelaise Newheat est actuellement le leader français des grandes installations solaires thermiques, à proximité des sites industriels et des réseaux de chaleur urbains. En 2020, elle affiche un CA de 1,5 M€ et emploie 15 salariés.

En 2021, la société signe un accord avec le groupe Lactalis (leader mondial des produits laitiers) afin d'alimenter leur site industriel grâce à une centrale solaire de 15 000 m<sup>2</sup> et 13 MW de puissance, la plus grande d'Europe alimentant en chaleur un site industriel. Ce projet est le 5<sup>ème</sup> de l'entreprise bordelaise qui ambitionne de décarboner massivement le secteur de la chaleur en France.

### Label « QualiSol » et certification « Qualibat » : garantie des réalisations de qualité

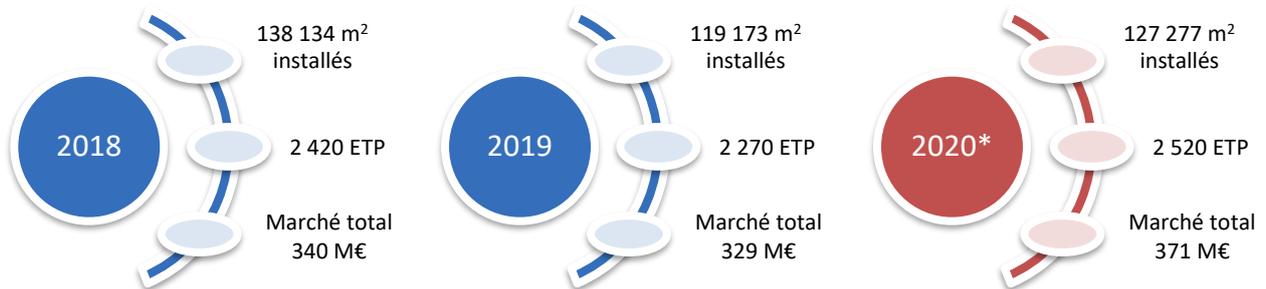
La plupart des installateurs de systèmes solaires thermiques sont regroupés sous le label QualiSol (Qualisol CESI, Qualisol combi, Qualisol collectif). La qualification Qualisol permet de fiabiliser les installations. Selon les 110 audits réalisés pour la filière solaire thermique en 2021, les taux de satisfaction sont de 86 % pour les CESI-SSC. La baisse du marché conduit à une diminution importante du nombre d'installateurs. Le label regroupe 1 600 entreprises (1 293 en CESI, 297 en SSC et 11 en CESC) au 4 janvier 2021, contre 12 000 en 2009.

Il existe également la certification Qualibat. Aujourd'hui, près de 65 000 entreprises ont cette certification, dont 45 190 professionnels Reconnu Garant de l'Environnement (contre 20 860 entreprises RGE en 2021<sup>39</sup>).

<sup>39</sup> <https://data.ademe.fr/reuses/nombre-d'entreprises-rge>

La filière s'est mobilisée autour de *Solaire Collectif* (SOCOL), dispositif initié en 2009 par Enerplan avec le soutien de l'ADEME (depuis 2009) et de GRDF (depuis 2013). Socol a pour objectif de fédérer les acteurs et de diffuser les bonnes pratiques et les bons outils. En 2020, ce dispositif rassemble près de 3 000 membres, professionnels et maîtres d'ouvrage.

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

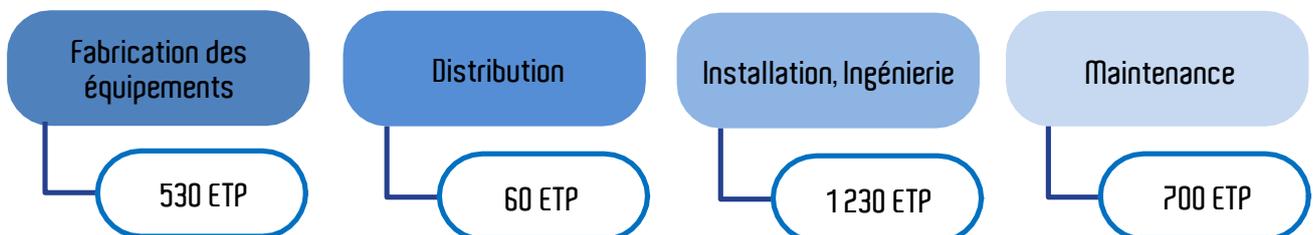
Le marché peut être scindé entre systèmes individuels (CESI et SSC) et collectifs. Notons également l'existence de marchés particuliers tels que la colonne solaire (combinant chaudière et ballon).

En 2020, près de 127 230 m² de capteurs sont installés, en hausse de 7 % par rapport à 2019 :

- 113 080 m² d'installations individuelles (+14 % par rapport à 2019)
- 14 200 m² de systèmes collectifs (-29 % par rapport à 2019)
- 36 150 m² en Métropole : 22 530 m² d'installations individuelles et 13 620 m² de systèmes collectifs
- 91 130 m² dans les DOM : 90 550 m² d'installations individuelles (CESI uniquement) et 580 m² de systèmes collectifs

En 2020, le marché du solaire thermique s'élève à 371 M€, répartis entre la fabrication des équipements (130 M€, dont 114 M€ pour les exports, soit 88 %), les importations (46 M€), la distribution (6 M€), l'installation des équipements (103 M€, ingénierie comprise pour le collectif), ainsi que l'entretien-maintenance du parc (114 M€).

### En 2020, 2 520 emplois dans la filière du solaire thermique



Avec la hausse des surfaces installées et du marché du solaire thermique, les emplois associés augmentent de 11 % entre 2019 (2 270 ETP) et 2020 (2 520 ETP). Parmi ces emplois, 1 820 ETP sont liés aux investissements (fabrication y compris pour l'exportation, distribution et installation des équipements) et 700 ETP à l'entretien et la maintenance de l'ensemble des surfaces posées.

Rappelons qu'au plus fort de la filière solaire thermique en 2008, ces emplois s'élevaient à 5 070 ETP.

# Objectifs de la PPE vs. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur à partir de solaire thermique en Métropole à horizon 2023 et 2028.

À ces objectifs, s'ajoutent ceux fixés pour les DOM : 615,4 GWh supplémentaires en 2028 par rapport à 2015<sup>40</sup>.

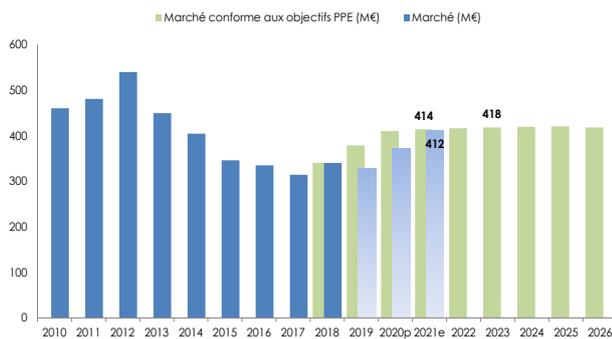
## Production de chaleur à partir de solaire thermique en Métropole (TWh)

2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
1,18 TWh	1,75 TWh	1,85 TWh	2,50 TWh

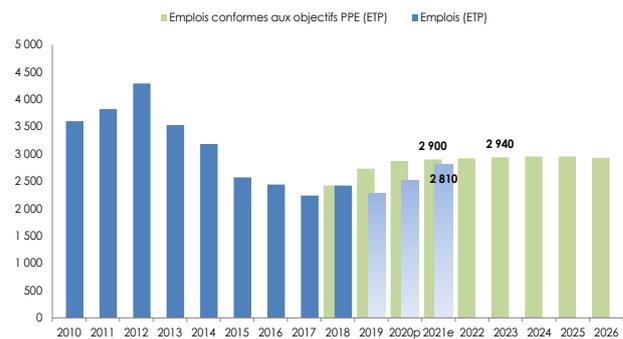
Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif 2028 représente dès-lors une production de 3,1 TWh sur un parc d'environ 3 690 milliers de m<sup>2</sup> en Métropole et dans les DOM, contre une production de 2,1 TWh sur un parc de près de 3 330 milliers de m<sup>2</sup> en 2018.

### Marchés liés au solaire thermique (M€)



### Emplois associés au solaire thermique (ETP)



(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

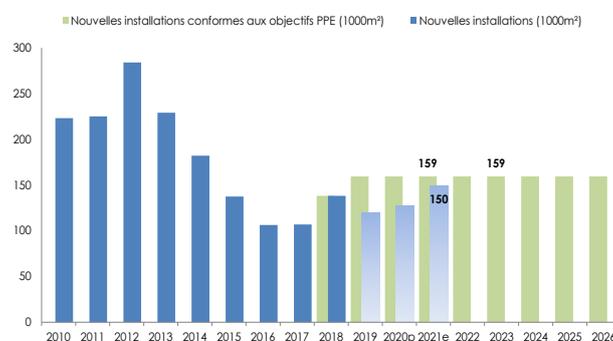
En se basant sur l'objectif 2028, et en supposant que cet objectif soit atteint en installant plus de 159 340 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques chaque année entre 2019 et 2028, le marché total de la filière est estimé à 414 M€ en 2021 et 418 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent toujours la majeure partie du marché, avec 322 M€, l'entretien et la maintenance du parc étant estimé à 96 M€. Cette même année, les emplois atteindraient 2 940 ETP : 2 150 ETP liés aux investissements et 780 ETP liés à l'entretien des capteurs.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance se rapproche de plus en plus de la trajectoire PPE : 412 M€ et 2 810 ETP pour la tendance, 414 M€ et 2 900 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les installations annuelles réalisées selon chaque cas de figure. Selon les observations d'Uniclimate et d'Observ'ER, les installations s'élèveraient à plus de 149 560 m<sup>2</sup> en 2021. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait installer plus de 159 340 m<sup>2</sup> de capteurs cette même année (+7 %).

À noter que, selon Uniclimate, les nouvelles installations en Métropole augmenteraient de 42 % pour les CESI et de 43 % pour les SSC en 2021. Selon Observ'ER, les installations de CESI dans les DOM augmenteraient au même rythme que l'année précédente, soit 16 %. Quant aux capteurs posés dans le collectif, ils seraient encore en baisse de 9 % (Uniclimate).

### Installations annuelles (milliers m<sup>2</sup>)



Source : Estimations IN NUMERI

<sup>40</sup> Initialement, les objectifs fixés pour les DOM représentent 307,7 GWh supplémentaires en 2023 par rapport à 2015. N'ayant pas d'objectifs à horizon 2028, on double l'objectif initial, ce qui représente donc une production supplémentaire de 615,4 GWh en 2028 par rapport à 2015. Sources : PPE Corse de décembre 2015 ; PPE Martinique de février 2017 ; PPE Guadeloupe de mars 2017 ; PPE Guyane de mars 2017 ; PPE La Réunion d'avril 2017 ; PPE Mayotte de novembre 2016

# Perspectives de la filière

## Enjeux à moyen terme pour la filière

Les aides à la rénovation semblent profiter aux équipements solaires thermiques individuels, qui voient leur marché se maintenir en 2021 malgré la crise sanitaire. Avec la hausse des prix des énergies et sans ralentissement du dispositif CEE, les particuliers devraient être davantage incités à s'équiper de systèmes solaires (Uniclîma). Cependant, le point de vigilance reste le nombre en constante baisse d'installateurs qualifiés.

Concernant les installations collectives, une piste reste le développement dans le neuf avec la mise en place de la RE 2020, le solaire pouvant aider les solutions gaz collectives à passer le seuil de 2022. Parallèlement, l'ADEME poursuit son soutien à la filière à travers le Fonds Chaleur, la réalisation de grandes installations devant permettre de dégager des économies d'échelle. L'ADEME continue également ses Appels À Projets pour les grandes installations Solaires Thermiques (AAPST). Les secteurs de l'habitat, l'industrie, le tertiaire et l'agro-alimentaire sont concernés.

### Mesures de soutien de la PPE

#### Secteur individuel

- Développer un kit de communication pour les conseillers France Rénov' sur l'intérêt du solaire thermique dans l'individuel, pour qu'ils promeuvent davantage cette solution.

#### Secteur collectif

- Prolonger pour au moins 3 ans l'appel à projets du Fonds Chaleur pour les grandes surfaces solaires thermiques, dont les critères d'évaluation des projets ont été revus en 2019 ;
- Permettre des aides du Fonds chaleur à la réhabilitation d'installations défectueuses ; audit de dimensionnement, instrumentation des performances, montée en compétences, subvention sous condition (par exemple si aucun soutien déjà accordé sur l'installation ou si un CPE est envisagé) ;
- Intégrer dans les audits énergétiques des grandes et moyennes entreprises une évaluation technico-économique de la production de chaleur solaire ou géothermique ;
- Diversifier le rôle des animateurs bois-énergie vers d'autres technologies comme le solaire thermique et la géothermie.

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

# Résultats détaillés

## Marchés liés au solaire thermique

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	72	102	48	73	106	73	61	24	16	14	16	14	15
Importations d'équipements	69	82	80	61	54	50	43	47	48	40	48	40	46
Distribution des équipements	13	15	11	8	5	3	2	2	2	4	5	5	6
Installation des équipements, Ingénierie	187	244	171	174	201	155	130	105	96	85	106	89	103
<b>Total des investissements</b>	<b>340</b>	<b>443</b>	<b>310</b>	<b>316</b>	<b>366</b>	<b>281</b>	<b>236</b>	<b>178</b>	<b>163</b>	<b>143</b>	<b>176</b>	<b>148</b>	<b>171</b>
<b>Maintenance</b>	<b>25</b>	<b>41</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>64</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>79</b>	<b>83</b>	<b>86</b>
<b>Marché intérieur *</b>	<b>365</b>	<b>485</b>	<b>360</b>	<b>371</b>	<b>422</b>	<b>339</b>	<b>300</b>	<b>246</b>	<b>234</b>	<b>217</b>	<b>255</b>	<b>231</b>	<b>257</b>
<b>Exportations</b>													
Équipements	112	134	100	110	117	110	104	100	101	97	85	98	114
<b>Marché total **</b>	<b>477</b>	<b>619</b>	<b>460</b>	<b>481</b>	<b>540</b>	<b>449</b>	<b>405</b>	<b>346</b>	<b>335</b>	<b>314</b>	<b>340</b>	<b>329</b>	<b>371</b>
<b>Production **</b>	<b>408</b>	<b>537</b>	<b>380</b>	<b>420</b>	<b>486</b>	<b>399</b>	<b>361</b>	<b>299</b>	<b>287</b>	<b>274</b>	<b>292</b>	<b>289</b>	<b>326</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Maintenance

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés au solaire thermique

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	330	390	220	350	480	350	320	130	90	70	70	60	60
Distribution des équipements	140	170	110	80	30	30	20	20	20	30	50	50	60
Installation des équipements, Ingénierie	3 050	3 650	2 400	2 390	2 780	2 140	1 780	1 310	1 220	1 040	1 260	1 060	1 230
<b>Total</b>	<b>3 530</b>	<b>4 210</b>	<b>2 730</b>	<b>2 820</b>	<b>3 290</b>	<b>2 520</b>	<b>2 120</b>	<b>1 460</b>	<b>1 330</b>	<b>1 140</b>	<b>1 380</b>	<b>1 170</b>	<b>1 350</b>
<b>Liés à la maintenance</b>	<b>210</b>	<b>350</b>	<b>420</b>	<b>460</b>	<b>470</b>	<b>490</b>	<b>520</b>	<b>560</b>	<b>590</b>	<b>610</b>	<b>650</b>	<b>680</b>	<b>700</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>3 740</b>	<b>4 560</b>	<b>3 150</b>	<b>3 290</b>	<b>3 760</b>	<b>3 010</b>	<b>2 640</b>	<b>2 020</b>	<b>1 910</b>	<b>1 750</b>	<b>2 030</b>	<b>1 850</b>	<b>2 050</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>510</b>	<b>510</b>	<b>450</b>	<b>530</b>	<b>530</b>	<b>520</b>	<b>540</b>	<b>550</b>	<b>530</b>	<b>490</b>	<b>390</b>	<b>420</b>	<b>470</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>4 250</b>	<b>5 070</b>	<b>3 600</b>	<b>3 820</b>	<b>4 290</b>	<b>3 530</b>	<b>3 180</b>	<b>2 570</b>	<b>2 440</b>	<b>2 240</b>	<b>2 420</b>	<b>2 270</b>	<b>2 520</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Surfaces installées de panneaux solaire thermique

1000 m <sup>2</sup> installés par an	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Systèmes individuels	243	243	157	145	150	134	107	88	76	83	113	99	113
Systèmes collectifs	25	65	66	80	134	95	75	49	30	24	25	20	14
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>308</b>	<b>223</b>	<b>225</b>	<b>284</b>	<b>229</b>	<b>182</b>	<b>137</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>138</b>	<b>119</b>	<b>127</b>
<b>Parc en fin d'année</b>	<b>1 107</b>	<b>1 609</b>	<b>2 009</b>	<b>2 204</b>	<b>2 461</b>	<b>2 664</b>	<b>2 820</b>	<b>2 962</b>	<b>3 075</b>	<b>3 181</b>	<b>3 326</b>	<b>3 445</b>	<b>3 510</b>

Sources : Observ'ER, Suivis du marché français des applications individuelles solaires thermiques et Études du marché solaire thermique collectif en France ; Uniclimate, Bilans et perspectives du génie climatique

## Production de chaleur issue des panneaux solaire thermique

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Production GWh	717,4	1 028,6	1 282,4	1 408,5	1 568,5	1 695,9	1 790,0	1 865,4	1 930,2	2 002,0	2 106,4	2 178,6	2 238,6
Production ktep	61,7	88,4	110,3	121,1	134,9	145,8	153,9	160,4	166,0	172,1	181,1	187,3	192,5

Source : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Marché intérieur au prix d'acquisition (M€)</b>	Surface installée x Prix		
Surface installée (m <sup>2</sup> )		Individuel : 2006 à 2013 SDES ; 2014 à 2020 Observ'ER Collectif : 2006 à 2014 SDES ; 2015 à 2020 Uniclîma	***
Prix (€/m <sup>2</sup> )	Décomposition du prix : matériel, pose et ingénierie	Individuel : Observ'ER Collectif : Bilan Fonds Chaleur Décomposition : ADEME, Étude sur la compétitivité du solaire thermique	***
<b>Fabrication (M€)</b>	Valeur du marché intérieur des équipements (hors marges) + Exportations – Importations		
Distribution (M€)	Spécifique aux CESI vendus par distributeur et posés en rénovation	Observ'ER ADEME, Étude sur la compétitivité du solaire thermique	**
Exportations, importations (M€)		Eurostat, Produit 84.19.19.00	***
<b>Maintenance (M€)</b>	Parc (nombre d'appareil équivalent CESI) x Coût unitaire (€/CESI)	Parc : SDES Coût unitaire : SDES ; Observ'ER ; INSEE, IPC (IdBank 1764637)	**
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Distribution (ETP)	Distribution M€ x ratio [Marges/Emploi]	2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B	**
Installation (ETP)	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance/Emploi]	2006 à 2008 : Comptabilité nationale 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Ingénierie (ETP)	Ingénierie M€ x ratio [CA/Emploi]	2006 à 2008 : Comptabilité nationale 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12B	**
Maintenance (ETP)	Maintenance M€ x ratio [Production/Emploi]	2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B et 47.59B	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

## Méthode générale d'évaluation

### Marché total : investissements + maintenance

Le marché intérieur aux prix d'acquisition est estimé à partir des surfaces de capteurs installées et des prix au m<sup>2</sup>. Le marché est décomposé par types d'installation : CESI, SSC et CESC. Le marché intérieur est décomposé comme suit :

- Valeur des équipements aux prix sortie d'usine (fabricant) lorsqu'ils sont produits sur le territoire national et aux prix douanes (importateur) lorsqu'ils sont importés ;
- Valeur des marges de distribution, différence entre le prix d'achat des CESI par l'installateur posés en rénovation et le prix fabricant/importateur ;
- Valeur des travaux d'installation des équipements et de l'ingénierie (spécifique aux installations collectives).

Cette décomposition fournit la valeur du marché intérieur aux prix fabricant/importateur. On estime la fabrication nationale selon un équilibre indicatif : Marché intérieur des équipements + Exportations = Fabrication + Importations. Les données sur le commerce extérieur des appareils sont issues d'Eurostat (Commerce UE, produit 84.19.19.00).

Le marché de la maintenance est estimé selon le parc en m<sup>2</sup> de capteurs (SDES) ramené à un parc en nombre d'appareils par un ratio équivalent CESI de 4,5 m<sup>2</sup>, et d'un coût d'entretien de 115 € par appareil et par an en 2008. On reconstitue la série des coûts en se basant sur les prix moyens des appareils entre 2006 et 2013 (Observ'ER) et l'indice de prix à la consommation des ménages sur l'entretien des systèmes de chauffage (INSEE, IdBank 1764637).

### Estimation des emplois

- **Fabrication** : Le ratio est calculé à partir des comptes des principaux fabricants.
- **Distribution** : Les ratios sont calculés à partir des données ESANE (NAF 46.74B) de 2009 à 2016. On garde le ratio 2009 pour les années antérieures. Dès 2017, les ratios sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.
- **Pose** : Les ratios sont basés sur les données de la comptabilité nationale (2006 à 2008) et d'ESANE de la NAF 43.22B (2009 à 2015). Dès 2016, les ratios sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.
- **Ingénierie** : Les ratios sont calculés selon les données de la comptabilité nationale (2006 à 2008) et d'ESANE pour la NAF 71.12B (2009 à 2015). Dès 2016, les ratios sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.
- **Maintenance** : Les ratios sont basés sur les données d'ESANE pour les NAF 43.22B et 47.59B entre 2009 et 2015. Les ratios des années antérieures (2006 à 2008) et suivantes (2016 à 2020) sont estimés selon les tendances observées.

# 7. Biocarburants de la filière gazole



## Points clés

### Baisse du taux d'incorporation des biocarburants gazole

En 2020, les biocarburants gazole de première génération 1G (biodiesel et biogazole) représentent 6,95 % (contenu énergétique) de la consommation de gazole en France. Ce pourcentage reste en-dessous du seuil maximal fixé au niveau national pour les biocarburants conventionnels (7 %).

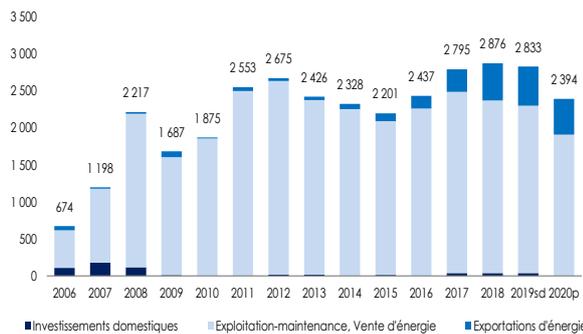
Les échanges extérieurs de biodiesel de la France sont structurellement déficitaires. Après un solde de -1 145 M€ en 2019, le déficit s'améliore de 48 % et atteint -601 M€ en 2020, notamment avec la mise en service de l'unité La Mède (Total) spécialisée dans la production de biogazole courant 2019.

### Tendances observées 2018-2020

- Taux d'incorporation des biocarburants gazole (%) ↘
- Production de biocarburants gazole (ktep) ↘
- Consommation de biocarburants gazole (ktep) ↘
- Emplois de vente des biocarburants gazole (ETP) ↘

Les emplois industriels associés à la production de biodiesel diminuent de 33 % entre 2018 (1 290 ETP) et 2020 (870 ETP), conséquence d'une diminution de la production de biodiesel et de biogazole de 23 % entre 2018 (1 874 ktep) et 2020 (1 436 ktep).

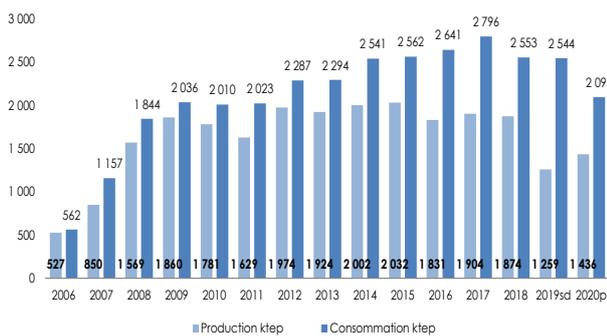
Marchés liés aux biocarburants gazole (M€)



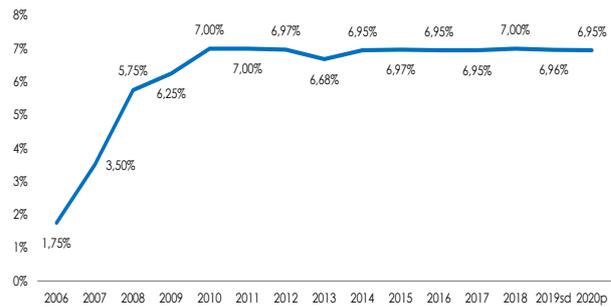
Emplois associés aux biocarburants gazole (ETP)



Production et consommation de biocarburants gazole (ktep)



Taux d'incorporation des biocarburants gazole 1G (%)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés des biocarburants gazole (biodiesel et biogazole). Les emplois indirects et agricoles ne sont pas inclus.

En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

- Fabrication** : Fabrication des équipements utilisés dans la production des biocarburants gazole
- Construction** : Construction des unités de production de biocarburants gazole
- Vente d'énergie** : Vente de biodiesel et de biogazole (Huile Végétale Hydrotraiteée HVO)

# Contexte réglementaire

## Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants conventionnels répond à plusieurs objectifs : baisse des importations de produits pétroliers, baisse des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), maintien des débouchés aux produits agricoles.

Le Plan Biocarburants de la France de 2004 fixe les nouveaux objectifs des taux d'incorporation des biocarburants : 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009 et 10 % en 2015. Ce Plan est accompagné d'une politique d'incitation fiscale via la détaxation partielle du biodiesel dès lors qu'il est produit dans une usine agréée.

En 2020, le taux d'incorporation de biocarburants conventionnels (1G) et avancés (2G) dans le gazole est de 8 % PCI. La Loi de Finances 2020 garde ce même objectif d'incorporation pour le pool gazole en 2021. La Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP), imposée sur des carburants fossiles, pénalise le déficit d'incorporation par rapport aux objectifs annuels. En 2019, la TGAP sur les carburants devient la Taxe Incitative Relative à l'Incorporation de Biocarburants (TIRIB)<sup>41</sup>.

## Critères de durabilité des biocarburants

En juin 2018, deux arrêtés sont publiés concernant la durabilité des biocarburants et bioliquides. Le premier arrêté actualise la liste des biocarburants et bioliquides pouvant être utilisés comme énergie renouvelable dans le secteur des transports, ainsi que les exigences de durabilité applicables. Le second arrêté fixe la liste des biocarburants et bioliquides ouvrant droit à la minoration de la TGAP carburants et précise les modalités du système de double comptage pour le calcul de la part des EnR incorporée dans le cadre du montant de la TGAP.

Le texte final sur la RED2 (Renewable Energy Directive) est publié en décembre 2018<sup>42</sup>. Ce texte aborde la révision de la directive concernant les énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable, hydrogène)<sup>43</sup>, directive présentée par la Commission Européenne fin 2016. Cette directive donne le cadre pour le développement des biocarburants pour les années 2020 à 2030 :

- Objectif de 14 % d'énergies renouvelables dans le secteur des transports d'ici 2030 ;
- Maintien du plafond de 7 % pour les biocarburants conventionnels entre 2020 et 2030 ;
- Contribution des biocarburants avancés (biogaz compris) dans la consommation finale d'énergie du secteur des transports : 0,2 % minimum en 2022, 1 % minimum en 2025 et 3,5 % minimum en 2030 ;
- Baisse progressive du plafonnement de l'utilisation des biocarburants conventionnels et des matières premières présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols à partir de 2019 jusqu'à atteindre 0 % en 2030.

Aucune différenciation entre la filière bioéthanol et biodiesel n'est introduite dans la RED2, les États membres pouvant conserver des objectifs séparés. Sur le long terme, les incertitudes portent sur la place future du diesel dans le mix des combustibles, la prise en compte des changements d'affectation des sols indirects dans le calcul du taux de réduction

### 2005

- Début du développement des capacités de production de bioéthanol suite au Plan Biocarburants de la France de 2004 fixant les objectifs d'incorporation du bioéthanol

### 2009

- Directive 2009/28/CE : Objectif de 10 % d'énergies renouvelables dans le secteur des transports à l'horizon 2020

### 2011

- Arrêté du 23 novembre relatif à la durabilité des biocarburants et des bioliquides

### 2015

- Directive 2015/1513 " CASI " : Plafonnement de la part des biocarburants traditionnels afin de restreindre la conversion des terres agricoles

### 2016

- PPE : Adoption des objectifs d'incorporation de bioéthanol avancés avec 1,6 % en 2018 et 3,4 % en 2023 pour la filière essence

### 2018

- Arrêtés du 29 juin modifiant les critères de durabilité des biocarburants et des bioliquides
- Publication de la RED2 concernant les EnR et l'efficacité énergétique du paquet législatif pour une énergie propre
- Loi de Finances pour 2019 : TIRIB

### 2019

- Loi de Finances 2019 fixant à 8,0 % le taux d'incorporation gazole en 2020

### 2020

- Loi de Finances 2020 : Taux d'incorporation gazole à 8,0 % en 2021 ; Réforme de la TIRIB en Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Énergies Renouvelables dans les Transports (TIRUERT) dès 2022

<sup>41</sup> Loi n° 2018-1317 du 28 décembre 2018 de finances pour 2019

<sup>42</sup> Directive UE 2018/2001 du Parlement Européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (refonte)

<sup>43</sup> Directive 2009/28/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE

des émissions, ainsi que le développement de la filière de biocarburants avancés capable de prendre le relai et d'assurer l'atteinte des objectifs d'incorporation.

### France, cinquième producteur mondial de biodiesel

La France est le 5<sup>ème</sup> producteur mondial de biodiesel, ex aequo avec l'Argentine (2,8 milliards de litres), derrière l'Indonésie (6,2 milliards de litres), les États-Unis (5,6 milliards de litres), le Brésil (3,8 milliards de litres) et l'Allemagne (4,2 milliards de litres).

Au niveau européen, la France est le 2<sup>ème</sup> pays consommateur de biocarburants gazole destinés au transport (2,1 Mtep ; HVO compris) en 2020, détrônée ainsi par l'Allemagne (2,6 Mtep).

Sources : OCDE-FAO, AgOutlook ; Statistica ; EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan

## Les acteurs de la filière des biocarburants gazole

### Fabrication des équipements

En 2019, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire<sup>44</sup> réalise un CA de 1,7 Mds€ (niveau quasi identique par rapport à l'année précédente), en employant 7 600 salariés.

Plusieurs autres secteurs de l'industrie manufacturière fabriquent des équipements de filtration et de distillation entrant dans la construction des unités de production des biocarburants.

### Production de biocarburants gazole

Suite à l'adoption du Plan Biocarburants de 2004, les entreprises investissent massivement dans la production de biodiesel.

SAIPOL (Société Agro-Industrielle de Patrimoine OLéagineux ; filière du groupe Avril) est l'un des premiers producteurs mondiaux de biodiesel. Entre 2006 et 2008, la capacité totale de production de la société en France est de 1,45 Mt/an pour 6 unités : Sète-Hérault 1 (200 000 tonnes, mise en service en 2006), Montoir-de-Bretagne et Le Mériot-Aube (250 000 tonnes chacune, inaugurées en 2007), Bassens-Gironde, Coudekerque-Capelle-la-Grande et Grande Couronne 2 (250 000 tonnes chacune, inaugurés en 2008).

Cependant, du fait de la concurrence des EMHA et EMHU<sup>45</sup>, la production de SAIPOL diminue pour la première fois en 2011 et certaines unités ne fonctionnent qu'un mois sur deux. Pour anticiper la révision de la Directive des EnR, le groupe Avril annonce une réorganisation importante de ses activités de production en 2013, qui s'est traduite par la fermeture de l'usine de Coudekerque-Capelle-la-Grande.

En 2015, SAIPOL croît sa production de biodiesel sur son usine de Sète avec la mise en service de deux nouvelles installations industrielles. L'investissement pour la mise en service d'une unité d'estérification d'une capacité de 280 000 tonnes de biodiesel par an s'élève à 13 M€.

Confronté à des marchés mondiaux structurés autour de matières premières moins chères, SAIPOL décide fin 2019 de se séparer de ses deux usines de Sète et de Montoir-de-Bretagne.

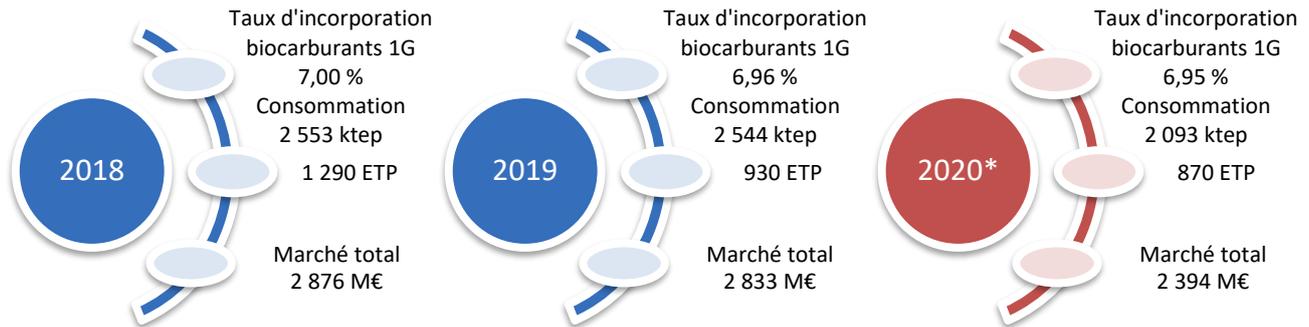
À l'international (Belgique, Allemagne, Autriche, Italie), SAIPOL dispose de 6 unités d'une capacité d'1 Mt à travers Diester Industrie International (DII ; coentreprise avec l'américain Bunge). La réorganisation de 2013 s'est traduite par l'intégration de l'usine belge dans Sofiproteol et des usines allemandes et autrichiennes dans Bunge.

En dehors de SAIPOL, on peut citer d'autres producteurs en France : INEOS (3<sup>ème</sup> chimiste mondial ; capacité de 230 000 tonnes), Nord Ester (groupe Daudruy Van Cauwenbergue ; capacité de 100 000 tonnes), Centre Ouest Céréales (coopérative agricole ; capacité de 100 000 tonnes), et Estener (JV entre SARIA Industries et le Groupement des Mousquetaires ; capacité de 80 000 tonnes dédiée aux biodiesels issus de déchets ou de résidus).

<sup>44</sup> ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire

<sup>45</sup> EMHA : Ester Méthyllique d'Huile Animale ; EMHU : Ester Méthyllique d'Huile Usagée

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Après une année d'arrêt, reprise des investissements à partir de 2017 en faveur des biocarburants avancés

En 2015, le groupe Total annonce son plan de reconversion de sa raffinerie de La Mède, en installant sur le site un dépôt pétrolier, une ferme solaire, un centre de formation, ainsi que la 1<sup>ère</sup> bioraffinerie française de taille mondiale avec une capacité de production de 500 000 tonnes par an de biodiesel de type HVO (huiles végétales hydrotraitées, soit biogazole). Le coût total de ce projet s'élève à 275 M€. Avec des travaux commencés en 2017, la bioraffinerie est mise en service et exploitée à partir de mi-2019.

En 2020, aucun investissement n'est réalisé dans des unités de production de biodiesel.

Lancé également par le groupe Total<sup>46</sup> en 2010, le projet BioTfuel vise à convertir par voie thermochimique de la biomasse lignocellulosique (paille, résidus forestiers, cultures dédiées) en biocarburants (procédé de Fischer-Tropsch). Ce projet vise à développer une chaîne complète de procédés afin de produire du biogazole et du biokérosène avancé. Le coût global du projet est de 178,1 M€, dont 33,2 M€ financés par le Fonds Démonstrateur de l'ADEME et la région Picardie. La plateforme de démonstration est construite en 2018. La commercialisation du procédé issu du projet est programmée fin 2020. Selon l'ADEME, une industrialisation du procédé en France n'est envisageable qu'à horizon 2025-2030.

### Baisse de la consommation de biodiesel entre 2018 et 2020

Dans un contexte de baisse de la consommation du gazole, le taux d'incorporation du biodiesel conventionnel (1G) est toujours aligné à l'objectif fixé en France. Après avoir atteint 7 % en 2018, il diminue à 6,96 % en 2019 et 6,95 % en 2020.

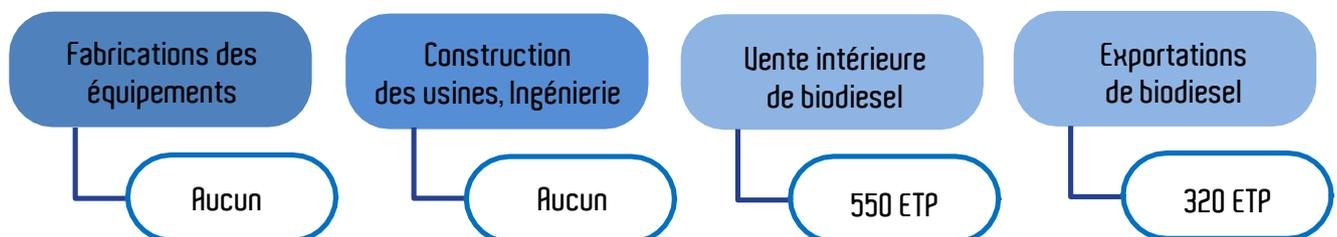
L'année 2014 reste la dernière année marquée par une hausse importante de la consommation du biodiesel (+11 % par rapport à l'année précédente). La consommation reste stable en 2018 (2 553 ktep) et 2019 (2 544 ktep), avant de diminuer de 18 % en 2020 (2 093 ktep).

### Baisse de la valeur de la production de biodiesel entre 2018 et 2020

Après son maximum en 2011 (1 100 €/t), le biodiesel se négocie aux alentours de 810 € en 2018. Le prix baisse de 3 % en 2019 (793 €/t), avant d'augmenter de 3 % en 2020 pour atteindre 813 €/t.

La quantité de biodiesel produit passe de 1 874 ktep en 2018 à 1 259 ktep en 2019 et 1 436 ktep en 2020. Couplée à l'évolution des prix moyens, la valeur du biodiesel produit en France (y compris pour les exports) diminue fortement de 35 % entre 2018 (1,7 Mds€) et 2019 (1,1 Mds€), avant d'augmenter de 17 % en 2020 (1,3 Mds€).

### 870 emplois directs dans la filière du biodiesel en 2020



En ne se limitant qu'aux seuls emplois industriels liés à la transformation des intrants agricoles (emplois dans les unités de production du biodiesel), la filière représente 870 ETP en 2020, en baisse de 6 % par rapport à l'année précédente.

On rappelle qu'aucun investissement n'est réalisé en 2020, contrairement à 2019, année durant laquelle 180 ETP sont liés aux investissements réalisés pour la mise en service de la bioraffinerie de La Mède (Total).

<sup>46</sup> Projet en partenariat avec Axens, CEA, IFP Energies nouvelles, Avril, ThyssenKrupp Industrial Solutions

### Estimation des emplois agricoles et indirects

Les emplois agricoles pour la production des matières premières utilisées dans la production de biodiesel (essentiellement colza s'agissant des matières premières d'origine française) ne sont pas considérés comme des emplois directs dans cette étude.

Selon l'étude réalisée en 2013 par PricewaterhouseCoopers (PwC) sur le poids économique de la filière des biocarburants, le ratio d'emplois agricoles est de 4,14 ETP pour 1 000 tonnes de biodiesel. Ce ratio est obtenu en faisant l'hypothèse que 78 % des matières premières agricoles sont d'origine française. Or, selon les données de la DGEC, à peine 50 % des matières premières seraient d'origine française. Aussi, le ratio d'emplois indirects (liés à l'agrofourmure) est de 0,29 ETP/ktonnes. L'estimation de l'ensemble des emplois (directs et industriels, agricoles et indirects) est présentée ci-dessous :

Emplois ETP	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Industriels et directs *	290	830	980	990	1 140	1 110	1 170	1 190	1 080	1 130	1 120	750	870
Agricoles et indirects	2 620	7 800	8 860	8 100	9 820	9 570	9 960	10 110	9 110	9 470	9 320	6 260	7 140
<b>Total</b>	<b>2 910</b>	<b>8 640</b>	<b>9 840</b>	<b>9 090</b>	<b>10 950</b>	<b>10 680</b>	<b>11 120</b>	<b>11 300</b>	<b>10 180</b>	<b>10 600</b>	<b>10 440</b>	<b>7 020</b>	<b>8 010</b>

(\* ) Somme des emplois liés à l'exploitation et la vente intérieure de biocarburants gazole et des emplois liés à l'exportation de biodiesel (rf. Tableau page 82)

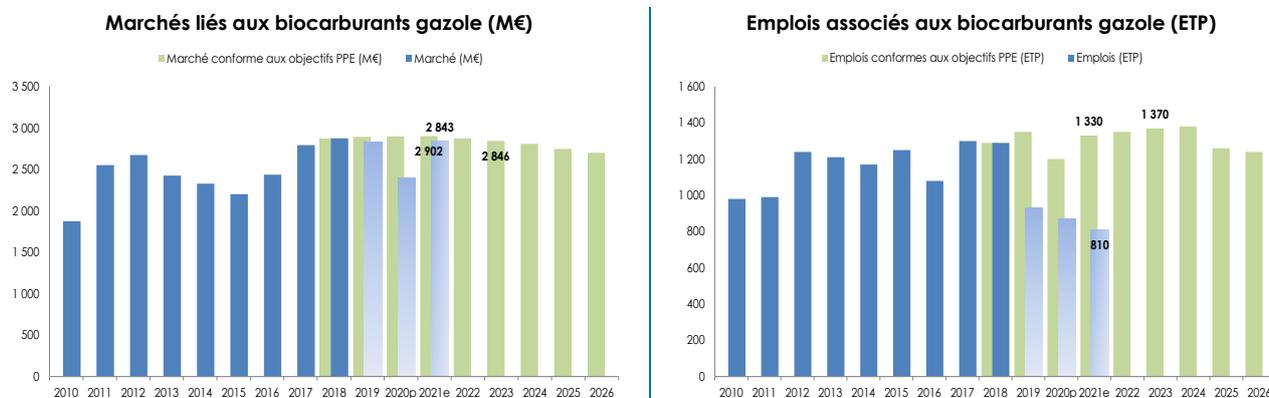
Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Selon les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie<sup>47</sup>, l'incorporation des biocarburants conventionnels (1G) ne doit pas dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants aux horizons 2023 et 2028. Rappelons qu'en 2018, ce taux est de 7 % pour les biocarburants de première génération de la filière gazole.

La hausse de la part biosourcée dans les carburants mis à la consommation se fait donc principalement par le développement des biocarburants avancés. Pour la filière gazole, ces objectifs sont désormais de 0,4 % en 2023 et 2,8 % en 2028.

En se basant sur l'objectif 2028 en termes de taux d'incorporation des biocarburants conventionnels et sur l'évolution de la part des biocarburants de la filière gazole (biodiesel et biogazole) dans la consommation totale de gazole, la consommation des biocarburants de la filière gazole baisserait de 2 553 ktep en 2018 à 2 510 ktep en 2023.



(\* ) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

On prend en compte le lancement de la reconversion du site de Grandpuits (Seine-et-Marne ; groupe Total) en 2021. Face à des problèmes d'alimentation en pétrole brut, ce site se reconvertit en unité de production de biocarburants et de plastiques biosourcés. D'une capacité de production totale de 400 000 tonnes par an, 170 000 tonnes seront dédiées aux biocarburants aériens et 120 000 tonnes aux carburants routiers. Ces nouvelles activités débiteront en 2024. Cette reconversion est accompagnée par la fin du raffinage du pétrole brut début 2021 et l'arrêt du stockage des produits pétroliers fin 2023.

Ainsi, sur la base de l'objectif 2028 de la PPE et de la future mise en service du site de Grandpuits, le marché total est estimé à 2 902 M€ en 2021 et 2 846 M€ en 2023. En 2023, la production française de biocarburants de la filière gazole (y compris pour l'exportation) augmenterait, passant de 1 859 M€ en 2021 à 1 913 M€ en 2023. Avec la mise en service de la bioraffinerie de La Mède en 2019, on suppose que la production de biogazole de cette unité entraîne une baisse des quantités de HVO importées. La reconversion de la raffinerie Grandpuits en site de production de biocarburants confirme

<sup>47</sup> Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

cette tendance. Au final, les importations de biocarburants de la filière gazole (biodiesel et biogazole) passeraient de 1 021 M€ en 2021 à 909 M€ en 2023.

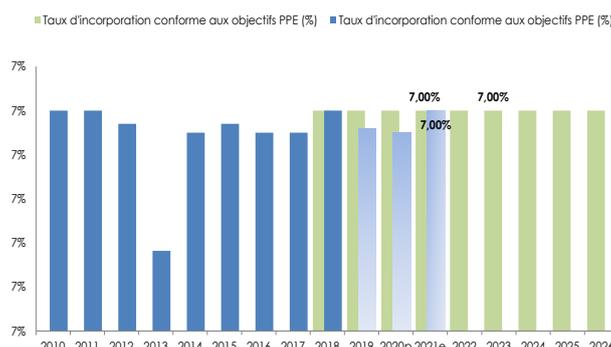
Les emplois atteindraient 1 370 ETP en 2023 : 910 ETP liés à la vente des biocarburants de la filière gazole sur le marché intérieur, 350 ETP liés aux exportations de biodiesel, et 110 ETP liés aux investissements.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE : 2 843 M€ et 810 ETP pour la tendance, 2 902 M€ et 1 330 ETP pour la trajectoire PPE.

Selon la tendance observée actuellement (basée sur les données de l'Union Française des Industries Pétrolières et d'Eurostat), la production (1,1 Mtep) des biocarburants gazole en 2021 est moins importante que celle anticipée pour l'atteinte des objectifs de la PPE (2 Mtep).

Dans les deux cas de figure, le taux d'incorporation des biocarburants gazole conventionnels est stabilisé à 7 % en 2021.

#### Taux d'incorporation des biocarburants gazole 1G (%)



Source : Estimations IN NUMERI

#### Mesures de soutien de la PPE

- Poursuivre le soutien national au développement des biocarburants via une incitation à l'incorporation pour les opérateurs qui mettent à la consommation les carburants ;
- Au-delà du plafond existant pour les biocarburants conventionnels, limiter l'incorporation de biocarburants réalisés à partir de matières premières présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols, comme le prévoit la RED2 ;
- Renforcer les critères de durabilité et la traçabilité des matières premières.

La RED2 fixe un objectif minimal d'utilisation de biocarburants avancés (liquides ou gazeux) à 3,5 % de l'énergie fournie aux secteurs du transport routier et ferroviaire en 2030. En 2028, l'essence contribue à cet objectif pour 0,9 point, le gazole (kérosène inclus) pour 1,8 point et le bioGNV pour 0,65 point.

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

## Résultats détaillés

### Marchés liés aux biocarburants de la filière gazole

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	44	46	0	0	8	8	0	5	0	15	15	15	0
Construction des usines, Ingénierie	65	69	0	0	12	12	0	8	0	23	23	23	0
<b>Total des investissements</b>	<b>109</b>	<b>116</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>0</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>509</b>	<b>2 079</b>	<b>1 861</b>	<b>2 500</b>	<b>2 617</b>	<b>2 360</b>	<b>2 258</b>	<b>2 080</b>	<b>2 265</b>	<b>2 452</b>	<b>2 336</b>	<b>2 266</b>	<b>1 913</b>
Biodiesel produit en France	420	1 745	1 635	1 961	2 220	1 933	1 708	1 542	1 398	1 366	1 214	593	830
Biodiesel et HVO importés	89	333	226	540	397	427	549	538	867	1 086	1 122	1 674	1 083
<b>Marché intérieur *</b>	<b>617</b>	<b>2 194</b>	<b>1 861</b>	<b>2 500</b>	<b>2 637</b>	<b>2 380</b>	<b>2 258</b>	<b>2 093</b>	<b>2 265</b>	<b>2 491</b>	<b>2 374</b>	<b>2 305</b>	<b>1 913</b>
<b>Exportations</b>													
Biodiesel	57	23	14	53	38	46	71	108	172	304	501	529	482
<b>Marché total **</b>	<b>674</b>	<b>2 217</b>	<b>1 875</b>	<b>2 553</b>	<b>2 675</b>	<b>2 426</b>	<b>2 328</b>	<b>2 201</b>	<b>2 437</b>	<b>2 795</b>	<b>2 876</b>	<b>2 833</b>	<b>2 394</b>
<b>Production **</b>	<b>586</b>	<b>1 884</b>	<b>1 649</b>	<b>2 013</b>	<b>2 279</b>	<b>1 999</b>	<b>1 779</b>	<b>1 663</b>	<b>1 570</b>	<b>1 708</b>	<b>1 753</b>	<b>1 160</b>	<b>1 312</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes intérieures d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total – Importations

Estimation IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Emplois associés aux biocarburants de la filière gazole

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	230	260	0	0	40	40	0	20	0	70	70	70	0
Construction des usines, Ingénierie	410	400	0	0	60	60	0	30	0	100	100	100	0
<b>Total</b>	<b>630</b>	<b>660</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>0</b>
<b>Liés à la vente d'énergie et la maintenance</b>	<b>260</b>	<b>820</b>	<b>970</b>	<b>960</b>	<b>1 120</b>	<b>1 090</b>	<b>1 120</b>	<b>1 110</b>	<b>960</b>	<b>920</b>	<b>790</b>	<b>400</b>	<b>550</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>890</b>	<b>1 480</b>	<b>970</b>	<b>960</b>	<b>1 220</b>	<b>1 190</b>	<b>1 120</b>	<b>1 170</b>	<b>960</b>	<b>1 100</b>	<b>970</b>	<b>580</b>	<b>550</b>
<b>Liés aux exportations de biodiesel</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>330</b>	<b>360</b>	<b>320</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>930</b>	<b>1 490</b>	<b>980</b>	<b>990</b>	<b>1 240</b>	<b>1 210</b>	<b>1 170</b>	<b>1 250</b>	<b>1 080</b>	<b>1 300</b>	<b>1 290</b>	<b>930</b>	<b>870</b>

Estimation IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Production et consommation de biocarburants de la filière gazole

ktep	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Capacité totale en fin d'année (kt)	700	2 260	2 360	2 360	2 360	2 435	2 435	2 715	2 715	2 715	2 715	3 215	3 215
Production	527	1 569	1 781	1 629	1 974	1 924	2 002	2 032	1 831	1 904	1 874	1 259	1 436
Consommation	562	1 844	2 010	2 023	2 287	2 294	2 541	2 562	2 641	2 796	2 553	2 544	2 093
Importations	64	287	240	432	346	411	609	651	989	1 186	1 215	1 849	1 137
Exportations	29	12	11	38	33	41	70	121	179	294	537	563	480

Sources : SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables, Consommation de biocarburants dans les transports ; Eurostat ; Bilan des TIRIB

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Mise en service (tonnage)</b>		ADEME ; Sites officiels ; Communiqués de presse	***
<b>Investissements annuels (M€)</b>	Tonnage x Prix unitaire de 229,1 €/t	Sites officiels ; Communiqués de presse	**
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>			
Fabrication des équipements (M€)	40 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
Ingénierie (M€)	10 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
Construction des usines (M€)	50 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
<b>Quantité de biodiesel</b>			
Exportations, importations (tonnes)		Eurostat, Produits 38.24.90.91 et 38.26.00.10 2013 à 2020 : Bilans TIRIB (ex. TGAP) pour HVO	***
Production (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Bilans du SDES 2013 à 2020 : Estimations par solde	**
Consommation (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Estimations par solde 2013 à 2020 : SDES, Suivi de la directive	**
<b>Biodiesel (M€)</b>			
Exportations (M€)		Eurostat, Produits 38.24.90.91, 38.26.00.10	***
Production, consommation (M€)	Quantité (ktep) x Prix unitaire (€/t) estimé selon l'évolution moyenne de plusieurs prix	Prix Eurostat : Produits 38.24.90.91 et 38.26.00.10 Prix CE : Règlement n°157/2013 Prix OCDE : Agricultural Outlook 2015-24 Prix REM Rotterdam	**
Importations (M€)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations		**
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication des équipements (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 : Enquêtes de production du système statistique public, E23 NES 2009 à 2015 : ESANE, NAF 28.93Z	**
Ingénierie (ETP)	Ingénierie M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 : Enquêtes de production du système statistique public, NAF 74.2C 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12B	**
Construction des usines (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 : Enquêtes de production du système statistique public, NAF 45.2C 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33.2	**
Production de biodiesel (ETP)	Production ktonnes x ratio [ETP/ktonnes]	PwC (2013), Étude sur le poids économique de la filière des biocarburants CE, Règlement d'exécution provisoire du conseil UE 490/2013 Industries agro-alimentaires (IAA)	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Périmètre

La fiche couvre les activités directement liées à la production de biocarburants de substitution au gazole. Il s'agit d'une part de la construction des unités de production de biodiesel et, d'autre part, de la production et de la consommation de biodiesel (HVO et biogazole compris) en France. Dans les deux cas, on s'efforce de calculer les emplois liés aux activités concernées.

S'agissant de la production du biodiesel, seuls les emplois directs des unités de transformation des produits agricoles en biodiesel sont retenus. Les emplois indirects, y compris les emplois agricoles, sont toutefois estimés afin de permettre des comparaisons avec d'autres évaluations existantes. Leur calcul rigoureux demanderait une décomposition des matières premières selon leur origine.

## Investissements intérieurs

La valeur des investissements est estimée à partir d'un inventaire des unités de production (capacité, budget et date de mise en service). Pour les années dont on ne possède pas d'information sur le budget d'investissement, on retient un coût unitaire de 229,1 € par tonne de capacité.

On répartit les capacités de production sur les deux années précédant la mise en service. Par la suite, ces investissements sont répartis de façon arbitraire entre fabrication des équipements, ingénierie et construction des usines.

## Marché des biocarburants gazole (biodiesel, y compris biogazole/HVO)

Les données sur les échanges extérieurs (quantités) sont issues d'Eurostat : 2008 à 2011 produit 38.24.90.91 Esters monoalkyliques d'acide gras contenant au moins 96,5 % en volume d'esters ; 2012 à 2020 produit 38.26.00.10 HVO - molécules totalement différentes.

Pour les importations de biogazole (HVO intégralement importées entre 2013 et 2018), faute d'informations précises, on se base sur les bilans TIRIB et on calcule la part du biogazole dans les biocarburants gazole consommés en France (en quantité EnR en MJ). On suppose que cette part dans la consommation totale de biocarburants gazole (données SDES) correspond aux importations de biogazole.

Jusqu'en 2012, les données sur les quantités produites de biodiesel proviennent des bilans du SDES. La consommation (en volume) de 2006 à 2012 est estimée par solde (Production + Importations = Consommation + Exportations). À partir de 2013, c'est la production que l'on estime par solde. Les données sur la consommation de biodiesel sont prises du tableau de suivi de la directive européenne relative aux EnR (SDES).

En l'absence de prix producteur disponible, la production et la consommation sont valorisées par un prix conventionnel estimé à partir de diverses sources. La valeur des exportations est reprise d'Eurostat. Au final, on calcule la valeur des importations par solde.

## Estimations des emplois

Pour l'estimation des emplois d'investissement, on utilise des ratios [Production/Emploi] des activités correspondantes issus des enquêtes de production du système statistique public pour 2006 et de la base ESANE entre 2009 et 2015. Les ratios 2007 et 2008 sont estimés par extrapolation. Les ratios 2016 à 2020 sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.

Pour calculer les emplois industriels et directs associés à la production du biodiesel, on utilise les ratios [Emploi/Tonne] issus de l'étude réalisée en 2013 par PricewaterhouseCoopers (PwC) pour la profession concernant le poids économique de la filière des biocarburants. Cette étude distingue les emplois directs (dans les unités de transformation) et les emplois agricoles et indirects. Pour les années manquantes, on fait évoluer ces ratios par des ratios de productivité (CE, Règlement d'exécution provisoire du conseil UE 490/2013) et des ratios de productivité des industries agro-alimentaires (IAA).

# 8. Biocarburants de la filière essence

-20 %

Évolution du marché  
2019-2020

1 % des  
emplois

des filières EnR&R étudiées

3 % des  
marchés

des filières EnR&R étudiées

## Points clés

### Progression du taux d'incorporation des biocarburants essence

En 2020, les biocarburants essence de première génération 1G (bioéthanol, Éther Éthyle Tertiobutyle ETBE et bioessence) représentent 6,85 % (contenu énergétique) de la consommation d'essence en France. En hausse de 11 % par rapport à 2018, ce taux reste en-dessous du seuil maximal fixé au niveau national pour les biocarburants conventionnels (7 %).

Les échanges extérieurs de bioéthanol et d'ETBE de la France sont structurellement bénéficiaires. Cependant, ce solde ne cesse de baisser depuis 2013 (329 M€), jusqu'à devenir déficitaire en 2018 (-22 M€), notamment avec la hausse du bioessence intégralement importé. Avec la mise en service de l'unité La Mède (Total) spécialisée dans la production de bioessence en 2019, ce solde redevient bénéficiaire avec 34 M€ en 2019 et 192 M€ en 2020.

### Tendances observées 2018-2020

Taux d'incorporation des biocarburants essence ↗

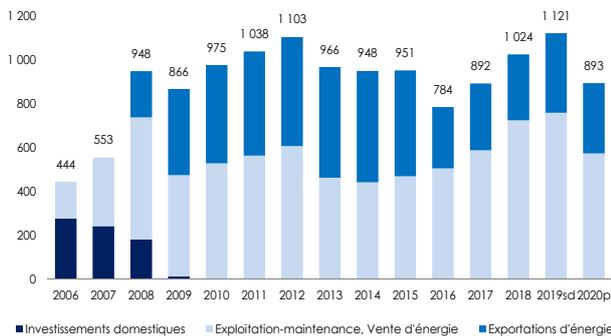
Production de biocarburants essence (ktep) ↗

Consommation de biocarburants essence (ktep) ↘

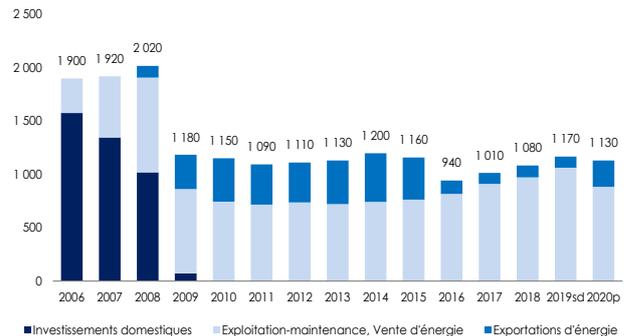
Emplois de vente de biocarburants essence (ETP) ↘

Les emplois industriels et directs liés à la production de biocarburants essence augmentent de 5 % entre 2018 (1 080 ETP) et 2020 (1 130 ETP), conséquence d'une augmentation de la production de bioéthanol et d'ETBE de 9 % entre 2018 (654 ktep) et 2020 (709 ktep).

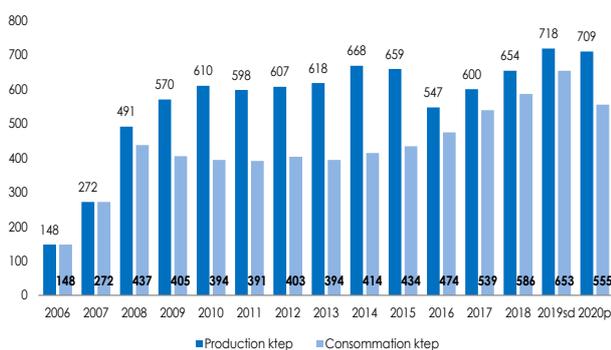
Marchés liés aux biocarburants essence (M€)



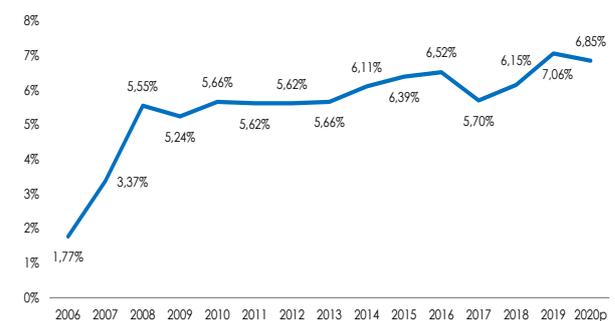
Emplois associés aux biocarburants essence (ETP)



Production et consommation de biocarburants essence (ktep)



Taux d'incorporation des biocarburants essence 1G (%)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés des biocarburants essence (bioéthanol, ETBE, bioessence). Les emplois indirects et agricoles ne sont pas inclus. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

- Fabrication** : Fabrication des équipements utilisés dans la production des biocarburants essence
- Construction** : Construction des unités de production de biocarburants essence
- Vente d'énergie** : Vente de bioéthanol, d'ETBE et de bioessence (Huile Végétale Hydrotraitée HVO)

# Contexte réglementaire

## Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants conventionnels répond à plusieurs objectifs : baisse des importations de produits pétroliers, baisse des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), maintien des débouchés aux produits agricoles.

Le Plan Biocarburants de la France de 2004 fixe les nouveaux objectifs des taux d'incorporation des biocarburants : 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009 et 10 % en 2015. Ce Plan est accompagné d'une politique d'incitation fiscale via la détaxation partielle du bioéthanol incorporé dans le supercarburant dès lors qu'il est produit dans une usine agréée.

En parallèle, d'autres mesures vont dans un sens favorable pour la filière : autorisation en 2016 du carburant ED-95 (95 % d'éthanol) destiné aux bus et aux poids lourds, publication de l'arrêté encadrant l'homologation des boîtiers de conversion au superéthanol-E85<sup>48</sup>, début de la déductibilité de la TVA sur l'essence, progression du SP95-E10 destiné à remplacer le SP95.

En 2020, le taux d'incorporation de biocarburants conventionnels (1G) et avancés (2G) dans l'essence est de 8,21 % PCI. La Loi de Finances 2020 fixe à la hausse les objectifs d'incorporation avec 8,6 % pour le pool essence en 2021. De nouvelles normes permettent la hausse du taux d'incorporation : superéthanol-E85 (pour les véhicules *flex-fuel*) et SP95-E10. La Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP), imposée sur des carburants fossiles, pénalise le déficit d'incorporation par rapport aux objectifs annuels. En 2019, la TGAP sur les carburants devient la TIRIB - Taxe Incitative Relative à l'Incorporation de Biocarburants<sup>49</sup>.

## Critères de durabilité des biocarburants

En juin 2018, deux arrêtés sont publiés concernant la durabilité des biocarburants et bioliquides.

Le premier arrêté actualise la liste des biocarburants et bioliquides pouvant être utilisés comme énergie renouvelable dans le secteur des transports, ainsi que les exigences de durabilité applicables. Le second arrêté fixe la liste des biocarburants et bioliquides ouvrant droit à la minoration de la TGAP carburants et précise les modalités du système de double comptage pour le calcul de la part des EnR incorporée dans le cadre du montant de la TGAP.

Le texte final sur la RED2 (Renewable Energy Directive) est publié en décembre 2018<sup>50</sup>. Ce texte aborde la révision de la directive concernant les énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable, hydrogène)<sup>51</sup>, directive présentée par la Commission Européenne fin 2016. Cette directive donne le cadre pour le développement des biocarburants pour les années 2020 à 2030 :

- Objectif de 14 % d'énergies renouvelables dans le secteur des transports d'ici 2030 ;
- Maintien du plafond de 7 % pour les biocarburants conventionnels entre 2020 et 2030 ;
- Contribution des biocarburants avancés (biogaz compris) dans la consommation finale d'énergie du secteur des transports : 0,2 % minimum en 2022, 1 % minimum en 2025 et 3,5 % minimum en 2030 ;

<sup>48</sup> Arrêté du 30 novembre 2017 relatif aux conditions d'homologation et d'installation des dispositifs de conversion des véhicules à motorisation essence en motorisation à carburant modulable essence - superéthanol E85

<sup>49</sup> Loi n° 2018-1317 du 28 décembre 2018 de finances pour 2019

<sup>50</sup> Directive UE 2018/2001 du Parlement Européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (refonte)

<sup>51</sup> Directive 2009/28/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE

2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Début du développement des capacités de production de bioéthanol suite au Plan Biocarburants de la France de 2004 fixant les objectifs d'incorporation du bioéthanol</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directive 2009/28/CE : Objectif de 10 % d'énergies renouvelables dans le secteur des transports à l'horizon 2020</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêté du 23 novembre relatif à la durabilité des biocarburants et des bioliquides</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directive 2015/1513 " CASI " : Plafonnement de la part des biocarburants traditionnels afin de restreindre la conversion des terres agricoles</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPE : Adoption des objectifs d'incorporation de bioéthanol avancés avec 1,6 % en 2018 et 3,4 % en 2023 pour la filière essence</li> </ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêtés du 29 juin modifiant les critères de durabilité des biocarburants et des bioliquides</li> <li>• Publication de la RED2 concernant les EnR et l'efficacité énergétique du paquet législatif pour une énergie propre</li> <li>• Loi de Finances pour 2019 : TIRIB</li> </ul>
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi de Finances 2019 fixant à 8,2 % le taux d'incorporation essence en 2020</li> </ul>
2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi de Finances 2020 : Taux d'incorporation essence à 8,6 % en 2021 ; Réforme de la TIRIB en Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Énergies Renouvelables dans les Transports (TIRUERT) dès 2022</li> </ul>

- Baisse progressive du plafonnement de l'utilisation des biocarburants conventionnels et des matières premières présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols à partir de 2019 jusqu'à atteindre 0 % en 2030.

Aucune différenciation entre la filière bioéthanol et biodiesel n'est introduite dans la RED2, les États membres pouvant conserver des objectifs séparés. Le bioéthanol offre des réductions d'émissions de GES élevées lui permettant de continuer à contribuer efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique, sous l'égide de l'Union Européenne.

### France, huitième producteur mondial de bioéthanol

La France est le 8<sup>ème</sup> producteur mondial de bioéthanol (1 000 km<sup>3</sup> par an), après les États-Unis (60 797 km<sup>3</sup>), le Brésil (29 980 km<sup>3</sup>), la Chine (3 975 km<sup>3</sup>), le Canada (1 817 km<sup>3</sup>), l'Inde (1 514 km<sup>3</sup>), la Thaïlande (1 476 km<sup>3</sup>), et l'Argentine (1 098 km<sup>3</sup>).

Au niveau européen, la France est le 2<sup>ème</sup> pays consommateur de biocarburants essence destinés au transport (554,6 ktep) en 2020, derrière l'Allemagne (702,3 ktep) et devant les Pays-Bas (226,4 ktep).

Sources : Renewable Fuels Association (RFA) ; EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan

## Les acteurs de la filière des biocarburants essence

### Fabrication des équipements

En 2019, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire<sup>52</sup> réalise un CA de 1,7 Mds€ (niveau quasi identique par rapport à l'année précédente), en employant 7 600 salariés.

La société Maguin SAS est le seul fabricant d'équipements pour l'industrie sucrière en France (25,9 M€ de CA en 2020, dont 10,7 M€ à l'export, pour une centaine d'effectifs). La société propose une gamme complète de procédés et d'équipements industriels sur plusieurs activités liées à la production d'éthanol (de la conception à la mise en route) : sucrerie de betteraves, alcool et éthanol carburant.

Plusieurs autres secteurs de l'industrie manufacturière fabriquent des équipements de filtration et de distillation entrant dans la construction des unités de production des biocarburants.

### Production de biocarburants essence

Aujourd'hui, le principal biocarburant incorporé au pool essence reste l'éthanol. L'éthanol (alcool éthylique) est un des produits dérivés de la transformation du sucre (fermentation, suivie de distillation) et de l'amidon (hydrolyse, suivie de fermentation et de distillation). Le bioéthanol fait référence à l'éthanol issu de la biomasse. La production française du bioéthanol est principalement le fait de trois grands groupes : Tereos (union de coopératives agricoles spécialisées dans la betterave à sucre et l'amidon), Cristal Union et Bioénergie du Sud-ouest (filiale de l'espagnol Vertex Bioenergy).

- **Tereos** : 2<sup>ème</sup> groupe sucrier au monde et 1<sup>er</sup> en France. 1<sup>er</sup> producteur européen d'éthanol. Toutes activités confondues, le groupe réalise en 2019/2020 un CA de 4,5 Mds€, en hausse de 53 M€ par rapport à l'exercice précédent (+1 %). Le groupe compte 22 300 collaborateurs dans 18 pays (permanents et saisonniers). Chacune de ses deux unités de production en France, Origny et Lillebonne, ont une capacité de production de 240 000 tonnes.
- **Cristal Union** : Le groupe Cristal Union est le 3<sup>ème</sup> producteur de bioéthanol européen, avec une production de 3,2 millions d'hectolitre (Mhl). Sur l'exercice 2020-2021, le groupe réalise un CA de 1,6 Mds€ (toutes activités confondues), en regroupant 9 000 planteurs et en employant plus de 2 000 collaborateurs. Depuis 2015, Cristal Union s'est associé à la société Global Bioénergies qui développe notamment la production d'ETBE entièrement renouvelable en remplaçant l'isobutène fossile par de l'isobutène renouvelable.
- **Bioénergie du Sud-ouest** : Depuis 2008, le groupe possède une capacité de production de 200 000 tonnes à Lacq. En 2020, l'entreprise réalise 175,6 M€ de CA, dont 16,7 M€ à l'exportation, pour 65 effectifs.

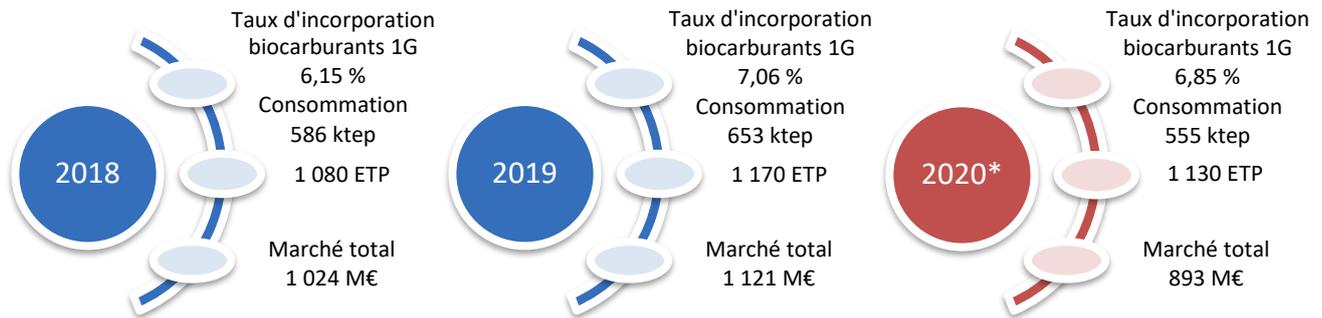
Les biocarburants de la filière essence comprennent également l'Éther Éthyle Tertiobutyle (ETBE). L'ETBE est un additif pour carburant oxygéné couramment utilisé dans la production d'essence à partir de pétrole brut. Il peut être incorporé jusqu'à 15 % en volume dans l'essence. En France, la production d'ETBE est essentiellement assurée dans les unités industrielles de Total (production totale de 200 000 tonnes par an).

Autre élément présent dans les biocarburants essence : le bioessence ou les Huiles Végétales Hydrotraitées (HVO). Le HVO, dont le marché est en début de déploiement, est un gazole de synthèse obtenu par hydrotraitement d'acides gras. Jusqu'en 2018, les HVO consommées en France sont intégralement importées. À partir de 2019, cette tendance s'inverse avec la reconversion de la raffinerie de La Mède (Sète ; du groupe Total) et la mise en service d'une bioraffinerie

<sup>52</sup> ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire

spécialisée dans les biocarburants de type HVO (huile végétale hydrotraitée). Cette bioraffinerie a une capacité de production de 500 000 tonnes par an de biodiesel de type HVO (y compris de type bioessence)<sup>53</sup>.

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Investissements continus dans l'amélioration de la performance environnementale et les programmes de R&D

Le Plan Biocarburants de la France de 2004 fixait un objectif d'éthanol incorporé dans l'essence de 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009, 7 % en 2010 et 10 % en 2015. Pour satisfaire ces objectifs, les industriels ont mis en place des outils industriels et des capacités de production de plus d'un million de tonnes entre 2005 et 2009. L'objectif étant quasi stabilisé depuis 2010, aucun nouvel investissement dans le développement des capacités de production n'est identifié depuis.

Cependant, les entreprises continuent à investir ou à s'associer à des investissements collectifs sur les sites existants pour améliorer le bilan carbone de leurs productions : chaudières à biomasse ou à déchets ménagers, méthanisation des effluents, captage et valorisation du CO<sub>2</sub> de fermentation, ainsi que géothermie. Par conséquent, les performances moyennes des productions françaises d'éthanol dépassent largement le minimum de 50 % d'économie de GES par rapport à l'essence (minimum en place depuis 2017 en France). Bien qu'effectué par des entreprises de la filière du bioéthanol, l'ensemble de ces investissements correspond à d'autres domaines de la transition énergétique. Par conséquent, il est implicitement inclus dans les filières en question (bois-énergie du secteur collectif, industriel et tertiaire, géothermie, biogaz) et exclu de la présente fiche.

### Baisse des prix des biocarburants essence en 2020 après 3 années de hausse consécutive

Dans un contexte de surcapacité de production en Europe, les prix des biocarburants essence fluctuent fortement. Après avoir atteint ponctuellement plus de 700 €/m<sup>3</sup> à l'été 2012, ils diminuent à 650 €/m<sup>3</sup> en moyenne en 2013. Les prix ne cessent de baisser, pour atteindre en moyenne 505 €/m<sup>3</sup> en 2016. De 2017 à 2019, les prix augmentent en moyenne de 3,6 % chaque année. En 2020, ces prix diminuent à nouveau et atteignent près de 550 €/m<sup>3</sup>.

Après avoir augmenté de 13 % entre 2018 (701 M€ pour 654 ktep de biocarburants essence produits) et 2019 (792 M€ pour 718 ktep), la valeur de la production des biocarburants essence (y compris pour les exportations) diminue de 4 % en 2020 (764 M€ pour 709 ktep).

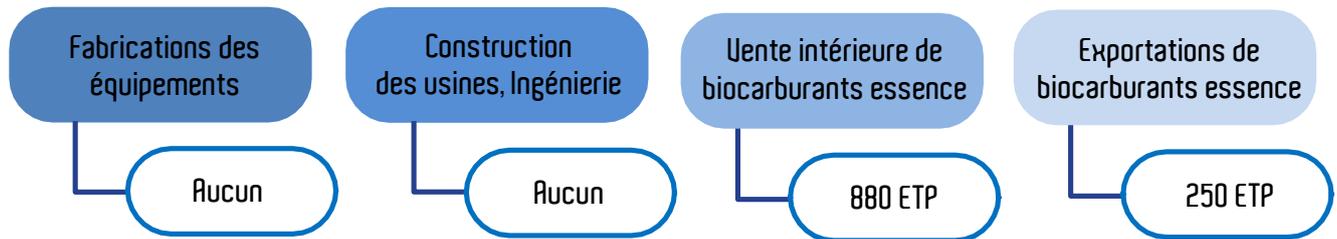
Entre 2018 et 2019, la baisse de 9 % des ventes du SP95 est compensée par la hausse des ventes du SP95-E10 (+19 %), du SP98 (+3 %) et du SP-E85 (+85 %). Ce qui entraîne une augmentation totale de la consommation du bioéthanol et du bioessence de 11 % entre 2018 (586 ktep) et 2019 (653 ktep).

En 2020, la tendance est à la baisse (-24 % pour les ventes du SP95, -12 % pour le SP95-E10, et -8 % pour le SP98), à l'exception des ventes du SP-E85 qui augmentent de 3 %. Au final, la consommation des biocarburants de la filière essence baisse de 15 % sur l'année et atteint 555 ktep (SDES ; Syndicat National des Producteurs d'Alcool Agricole – SNPAA ; Comité Professionnel Du Pétrole – CPDP).

<sup>53</sup> Globalement, le groupe Total installe sur le site un dépôt pétrolier, un ferme solaire, un centre de formation et la bioraffinerie.

## Plus d'un millier d'emplois directs dans la filière des biocarburants essence

En l'absence d'investissements réalisés dans le développement des unités de production de biocarburants de la filière essence, les seuls emplois directs sont les emplois industriels associés à la transformation des intrants agricoles dans les unités de production et à la vente de biocarburants essence.



En 2020, les emplois industriels de production et de vente (y compris à l'exportation) des biocarburants essence s'élèvent à 1 130 ETP, en baisse de 3 % par rapport à l'année précédente (1 170 ETP).

### Estimation des emplois agricoles et indirects

Les emplois agricoles pour la production des matières premières utilisées dans la production de bioéthanol (betterave, blé ou maïs) ne sont pas considérés comme des emplois directs dans cette étude.

Selon l'étude réalisée en 2013 par PricewaterhouseCoopers (PwC) sur le poids économique de la filière des biocarburants, le ratio d'emplois agricoles est de 3,52 ETP pour 1 000 tonnes de bioéthanol, et le ratio d'emplois indirects (liés à l'agrofourniture) est de 1,57 ETP/tonnes. L'estimation de l'ensemble des emplois (directs et industriels, agricoles et indirects) est présentée ci-dessous :

ETP	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Emplois industriels et directs *	320	1 000	1 150	1 090	1 110	1 130	1 200	1 160	940	1 010	1 080	1 170	1 130
Emplois agricoles	810	2 700	3 350	3 280	3 330	3 390	3 670	3 620	3 000	3 300	3 590	3 940	3 900
Emplois indirects	360	1 210	1 500	1 470	1 490	1 520	1 640	1 620	1 350	1 480	1 610	1 770	1 750
<b>Total</b>	<b>1 490</b>	<b>4 910</b>	<b>6 000</b>	<b>5 840</b>	<b>5 930</b>	<b>6 040</b>	<b>6 510</b>	<b>6 400</b>	<b>5 290</b>	<b>5 790</b>	<b>6 280</b>	<b>6 880</b>	<b>6 780</b>

(\*) Somme des emplois liés à l'exploitation et la vente intérieure de biocarburants essence et des emplois liés à l'exportation de bioéthanol et d'ETBE (cf. Tableau page 92)

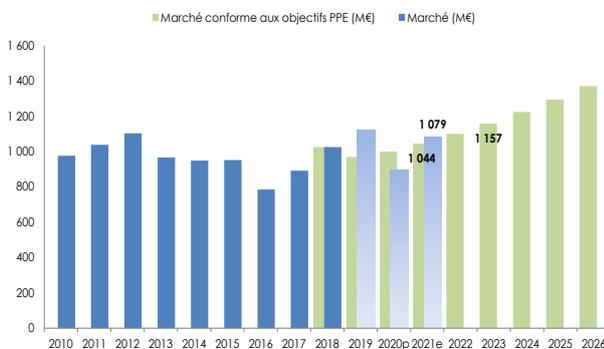
Source : Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

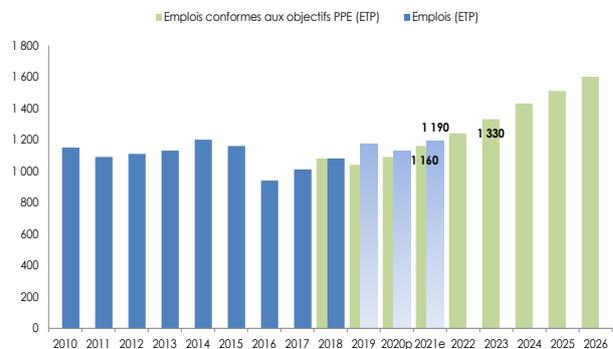
Selon les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie<sup>54</sup>, l'incorporation des biocarburants conventionnels (1G) ne doit pas dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants aux horizons 2023 et 2028. Rappelons qu'en 2018, ce taux est de 6,15 % pour les biocarburants de première génération de la filière essence.

En se basant sur l'objectif 2028 en termes de taux d'incorporation et sur l'évolution de la part des biocarburants de la filière essence dans la consommation totale des carburants pour automobiles, la consommation des biocarburants de la filière essence s'élèverait à 662 ktep en 2023, niveau plus élevé de 13 % à celui de 2018 (586 ktep).

Marchés liés aux biocarburants essence (M€)



Emplois associés aux biocarburants essence (ETP)



(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

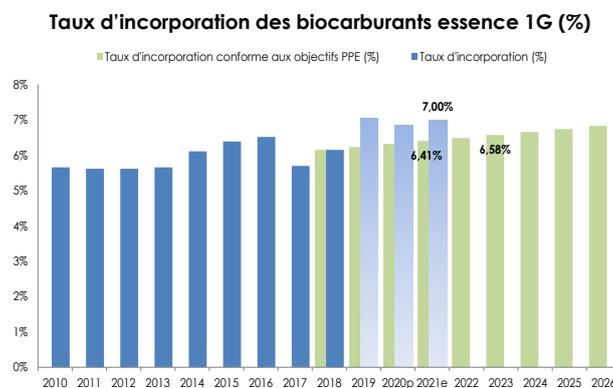
<sup>54</sup> Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

Sur la base de l'objectif 2028 de la PPE, le marché total est estimé à 1 044 M€ en 2021 et 1 157 M€ en 2023. La production française de biocarburants de la filière essence (y compris pour l'exportation) augmenterait, passant de 786 M€ en 2021 à 901 M€ en 2023. En 2019, la bioraffinerie de la Mède (Sète ; groupe Total) avec une capacité de production de 500 000 tonnes par an de HVO (y compris de type bioessence) est mise en service. On suppose donc que la production de bioessence de cette unité entraîne une baisse des quantités de HVO importées. La reconversion de la raffinerie Grandpuits (Total) en site de production de biocarburants (avec une mise en service prévue en 2024) confirme cette tendance (capacité de production totale de 400 000 tonnes par an, dont 170 000 tonnes dédiés aux biocarburants aériens et 120 000 tonnes aux carburants routiers). Au final, les importations de biocarburants de la filière essence (bioéthanol et HVO) passeraient de 258 M€ en 2021 à 257 M€ en 2023.

Les emplois atteindraient 1 330 ETP en 2023 : 1 050 ETP liés à la vente des biocarburants de la filière essence sur le marché intérieur et 280 ETP liés aux exportations.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est légèrement supérieure à la trajectoire PPE : 1 079 M€ et 1 190 ETP pour la tendance, 1 044 M€ et 1 160 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les taux d'incorporation retenus selon chaque cas de figure. Selon les bilans de la TIRIB, ce taux ne dépasse les 7 % qu'en 2019. Il diminue à 6,85 % en 2020 et se stabilise à 7 % en 2021. Rappelons que, selon les objectifs de la PPE, le taux d'incorporation des biocarburants conventionnels ne doit pas dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants en 2028.



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la filière

### Biocarburants avancés

La hausse de la part bio-sourcée dans les carburants mis à la consommation se fait principalement par le développement des biocarburants avancés. Pour la filière essence, les objectifs de la PPE s'élèvent à 1,2 % en 2023 et 3,8 % en 2028.

Le procédé Futurol vise à produire de l'éthanol avancé (cellulosique par voie biochimique). Porté par Procethol 2G, le projet réunit 11 partenaires avec un budget de 76,4 M€ (dont 29,9 financés par des fonds publics). La phase R&D (étapes de pilotage et de démonstration comprises) s'achève avec succès en 2018 après 10 ans de recherche. En octobre 2018, l'usine pilote est cédée à la société ARD (Agro-industrie Recherches et Développements ; site de Pomacle-Bazancourt). La société ARD reprend également l'intégralité du personnel, permettant le maintien de l'outil et des compétences opérationnelles nécessaires à son fonctionnement pour appuyer la commercialisation du procédé (commercialisation confiée à la société Axens). Les capacités de production envisagées pour une future unité varient entre 10 000 et 30 000 m<sup>3</sup> d'éthanol par an. L'objectif est d'assurer que l'éthanol en sortie d'usine soit compétitif avec la possibilité d'atteindre les coûts européens de l'éthanol conventionnel aujourd'hui, soit 55 c€/l.

Il existe d'autres projets de développement, dont certains sont au stade des démonstrateurs et tests de production. C'est le cas du projet ISOPROD d'IBN-One (filiale de Global Bioenergies et Cristal Union). Ce projet consiste à industrialiser la production de l'isobutène biosourcé à partir de substrats betteraviers et ses dérivés pour de nombreuses applications (carburants, chimie). Le projet devrait déboucher sur la construction d'une 1<sup>ère</sup> unité industrielle avec une capacité de production de 50 kt/an d'isobutène et de ses dérivés. Le montant du projet s'élève à 30 M€, dont 9 M€ d'aide dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) opéré par l'ADEME. Suite au franchissement d'un jalon technique et financier, Global Bioenergies reçoit 3,1 M€ de l'ADEME sous forme d'avances remboursables en 2019. Initialement programmée sur 4 ans, le projet prend encore du retard (aucun projet de construction en vue). Faute d'information précise sur le commencement des travaux de construction de l'usine, ces investissements ne sont pas pris en compte.

### Mesures de soutien de la PPE

- Poursuivre le soutien national au développement des biocarburants via une incitation à l'incorporation pour les opérateurs qui mettent à la consommation les carburants ;
- Au-delà du plafond existant pour les biocarburants conventionnels, limiter l'incorporation de biocarburants réalisés à partir de matières premières présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols, comme le prévoit la RED2 ;
- Renforcer les critères de durabilité et la traçabilité des matières premières.

La RED2 fixe un objectif minimal d'utilisation de biocarburants avancés (liquides ou gazeux) à 3,5 % de l'énergie fournie aux secteurs du transport routier et ferroviaire en 2030. En 2028, l'essence contribue à cet objectif pour 0,9 point, le gazole (kérosène inclus) pour 1,8 point et le bioGNV pour 0,65 point.

Source : *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020*

# Résultats détaillés

## Marchés liés aux biocarburants de la filière essence

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	165	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	110	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total des investissements</b>	<b>275</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>168</b>	<b>557</b>	<b>527</b>	<b>563</b>	<b>607</b>	<b>462</b>	<b>441</b>	<b>468</b>	<b>505</b>	<b>587</b>	<b>723</b>	<b>758</b>	<b>573</b>
Biocarburants essence produits en France	168	344	239	305	313	286	247	222	264	313	400	430	444
ETBE et HVO importés *	0	213	288	258	293	175	194	247	241	274	323	328	129
<b>Marché intérieur **</b>	<b>444</b>	<b>737</b>	<b>527</b>	<b>563</b>	<b>607</b>	<b>462</b>	<b>441</b>	<b>468</b>	<b>505</b>	<b>587</b>	<b>723</b>	<b>758</b>	<b>573</b>
<b>Exportations</b>													
Bioéthanol et ETBE *	0	211	448	475	497	504	507	483	279	305	301	362	320
<b>Marché total ***</b>	<b>444</b>	<b>948</b>	<b>975</b>	<b>1 038</b>	<b>1 103</b>	<b>966</b>	<b>948</b>	<b>951</b>	<b>784</b>	<b>892</b>	<b>1 024</b>	<b>1 121</b>	<b>893</b>
<b>Production ***</b>	<b>444</b>	<b>735</b>	<b>687</b>	<b>780</b>	<b>810</b>	<b>790</b>	<b>754</b>	<b>704</b>	<b>543</b>	<b>618</b>	<b>701</b>	<b>792</b>	<b>764</b>

(\*) Importations d'ETBE 2006 et exportations de bioéthanol et d'ETBE 2006 : n.d. (non disponible)

(\*\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes intérieures d'énergie

(\*\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total – Importations

Estimation IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois associés aux biocarburants de la filière essence

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	830	530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	750	490	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1 570</b>	<b>1 020</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Liés à la vente d'énergie et la maintenance</b>	<b>320</b>	<b>890</b>	<b>740</b>	<b>720</b>	<b>740</b>	<b>720</b>	<b>740</b>	<b>760</b>	<b>820</b>	<b>910</b>	<b>970</b>	<b>1 060</b>	<b>880</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>1 900</b>	<b>1 910</b>	<b>740</b>	<b>720</b>	<b>740</b>	<b>720</b>	<b>740</b>	<b>760</b>	<b>820</b>	<b>910</b>	<b>970</b>	<b>1 060</b>	<b>880</b>
<b>Liés aux exportations de bioéthanol et ETBE</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>410</b>	<b>380</b>	<b>370</b>	<b>410</b>	<b>450</b>	<b>390</b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>250</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>1 900</b>	<b>2 020</b>	<b>1 150</b>	<b>1 090</b>	<b>1 110</b>	<b>1 130</b>	<b>1 200</b>	<b>1 160</b>	<b>940</b>	<b>1 010</b>	<b>1 080</b>	<b>1 170</b>	<b>1 130</b>

Estimation IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Production et consommation de biocarburants de la filière essence

ktep	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Capacité totale en fin d'année (kt)	240	960	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120
Consommation intérieure	148	437	394	391	403	394	414	434	474	539	586	653	555
Importations *	n. d.	73	107	83	76	51	64	100	137	157	168	173	65
Exportations *	n. d.	127	322	289	279	275	318	324	210	218	236	238	219
Production	148	491	610	598	607	618	668	659	547	600	654	718	709

(\*) Importations d'ETBE 2006 et exportations de bioéthanol et d'ETBE 2006 : n.d. (non disponible)

Sources : Syndicat Nationale des Producteurs d'Alcool Agricole (SNPAA) ; ADEME ; SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables, Consommation de biocarburants dans les transports ; Eurostat ; FranceAgriMer, Bulletins de conjoncture du marché du sucre ; Bilan des TIRIB

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Mises en service (tonnage)</b>		Communications SNPAA et ADEME	**
<b>Investissements annuels (M€)</b>	Tonnage x Prix unitaire de 0,7 M€/ktonnes	Rapports divers ; Communiqués de presse	*
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>			
Fabrication des équipements (M€)	60 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
Ingénierie (M€)	20 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
Construction des usines (M€)	20 % des investissements	Hypothèse IN NUMERI	**
<b>Quantité de biocarburants essence</b>			
Consommation de bioéthanol et bioessence (ktep)		SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux EnR	***
Exportations et importations d'ETBE (tonnes)	n.d. en 2006 et 2007	Eurostat, Produit 29.09.19.10	***
Exportations de bioéthanol (m <sup>3</sup> )	n.d. en 2006 et 2007	FranceAgriMer, Bulletins de conjoncture du marché du sucre Eurostat, Produits 22.07.10.00, 22.07.20.00	***
Importations de bioessence (m <sup>3</sup> )		2014 à 2020 : Bilans TIRIB	**
Production (ktep)	Consommation + Exportations - Importations	Hypothèse IN NUMERI	**
<b>Biocarburants essence (M€)</b>			
Production (M€)	Production m <sup>3</sup> x Prix unitaire €/m <sup>3</sup> estimé selon évolution moyenne de plusieurs prix	Prix implicite : DGEC, Code des douanes Prix Eurostat : Produit 22.07.10.00 Prix EAP : INSEE, PRODFRA 20.14.74.00.00 Prix OCDE : Agricultural Outlook 2015-24 Prix FOB Rotterdam : Platts ; CME Group Prix CE : Règlement n°157/2013	**
Exportations, importations d'ETBE (M€)	n.d. en 2006 et 2007	Eurostat, Produit 29.09.19.10	***
Exportations de bioéthanol (M€)	n.d. en 2006 et 2007	Eurostat, Produit 22.07.10.00	***
Importations de bioessence (M€)	Importation s m <sup>3</sup> x prix unitaire de production France		*
Consommation (M€)	Production + Importations - Exportations	Hypothèse IN NUMERI	**
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication des équipements (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	Enquêtes de production du système statistique public, NES E23	*
Ingénierie (ETP)	Ingénierie M€ x ratio [Production/Emploi]	Enquêtes de production du système statistique public, 17.42C	*
Construction des usines (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emploi]	Enquêtes de production du système statistique public, 14.52C	*
Production de biocarburants essence (ETP)	Production ktonnes x ratio [ETP/ktonnes]	PwC (2013), Étude sur le poids économique de la filière des biocarburants	*

Note : 1 kt d'ETBE = 0,49 kt d'éthanol ; 1 kt d'éthanol = 0,64 ktep ; 1 000 m<sup>3</sup> = 0,51 ktep

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Périmètre

La fiche couvre les activités directement liées à la production et la vente de biocarburants de substitution à l'essence (bioéthanol, ETBE, bioessence HVO). Il s'agit d'une part de la construction des unités de production des biocarburants essence et, d'autre part, de la production et de la consommation de biocarburants essence en France. Dans les deux cas, on s'efforce de calculer les emplois liés aux activités concernées.

S'agissant de la production du bioéthanol, seuls les emplois directs des unités de transformation des produits agricoles en bioéthanol sont retenus. Les emplois indirects, y compris les emplois agricoles, sont toutefois estimés dans la fiche méthodologique afin de permettre des comparaisons avec d'autres évaluations existantes.

## Investissements intérieurs

La valeur des investissements entre 2006 et 2009 est estimée à partir d'un inventaire des unités de production (capacité en tonnage et date de mise en service). Afin de passer des mises en service aux réalisations annuelles, on répartit les capacités de production sur les deux années précédant la mise en service. Par la suite, on retient un coût unitaire de 700 € par tonne de capacité. Ces investissements sont finalement répartis de façon arbitraire entre fabrication des équipements, ingénierie, et construction des usines.

**Note :** Les derniers investissements d'outils industriels de production de biocarburants essence sont effectués entre 2005 et 2009 afin de répondre à la croissance des objectifs annuels d'incorporation. L'objectif étant stabilisé depuis 2010, aucun développement des capacités de production n'est identifié depuis.

## Marché des biocarburants essence (bioéthanol, ETBE, bioessence)

Les données sur la quantité consommée de biocarburants essence (bioéthanol et bioessence) de 2006 à 2020 sont issues du tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables du SDES.

Les données concernant les échanges extérieurs d'ETBE (valeur et volume) proviennent d'Eurostat (produit 29.09.19.10).

Les exportations d'éthanol carburant (volume) sont rapportées par FranceAgriMer dans les bulletins de conjoncture du marché du sucre. Les données ne sont disponibles que jusqu'en 2016, FranceAgriMer ne disposant plus d'éléments nécessaires au maintien des bilans français d'alcool depuis la fin des quotas « sucre » en 2017. À partir de 2017, on fait donc évoluer les exportations 2016 selon le taux d'évolution des exportations d'Eurostat (produits 22.07.10.00 et 22.07.20.00). On valorise ces exportations selon un prix unitaire calculé selon les données d'Eurostat (produit 22.07.10.00).

Pour les importations de bioessence (HVO intégralement importées entre 2014 et 2019), faute d'informations précises, on se base sur les bilans TIRIB et on calcule la part du bioessence dans les biocarburants essence consommés en France (en quantité EnR en MJ). On suppose que cette part dans la consommation totale de biocarburants essence (données SDES) correspond aux importations de HVO.

On calcule la production de bioéthanol en volume par solde : Production + Exportation = Consommation + Importation.

Par la suite, en l'absence de prix producteur disponible, on valorise la production selon un prix conventionnel estimé à partir de diverses sources.

Au final, la valeur de la consommation (vente de biocarburants essence) est calculée par solde.

## Estimation des emplois

Pour l'estimation des emplois d'investissement, on utilise des ratios [Production/Emploi] des activités correspondantes issus des enquêtes de production du système statistique public : fabrication des équipements NES E23, ingénierie 17.42C, construction 14.52C.

Pour calculer les emplois directs et industriels associés à la production d'éthanol, on utilise les ratios [Emploi/Tonne] issus de l'étude réalisée en 2013 par PricewaterhouseCoopers (PwC) pour la profession concernant le poids économique de la filière des biocarburants. Cette étude distingue les emplois directs (dans les unités de transformation) et les emplois agricoles indirects.

# 9. Bois-énergie (Secteurs collectif, industriel et tertiaire)

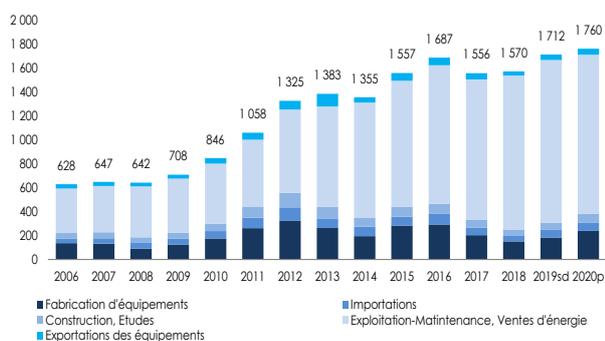
## Points clés

### Bois-énergie : première source d'énergie renouvelable en France

Le bois-énergie reste la principale source d'énergie renouvelable pour la production de chaleur en France, qu'elle soit destinée au chauffage ou à des process industriels. Son fort potentiel de développement en fait un enjeu majeur dans l'atteinte de l'objectif de la PPE : 35 à 38 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique à l'horizon 2028.

Le Fonds Chaleur de l'ADEME et les appels d'offre de la Commission de Régulation de l'Energie (CRE) sont les principaux outils pour le développement de cette filière dans les secteurs collectif, tertiaire et industriel.

#### Marchés liés au bois-énergie (collectif-industriel-tertiaire ; M€)



### Tendances observées 2018-2020

Puissance mise en service dans l'année (MW) →

Investissements intérieurs (M€) →

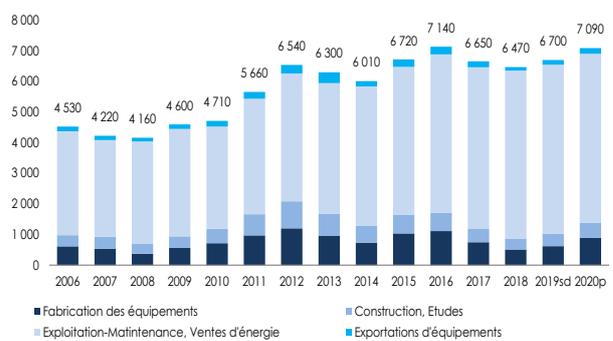
Emplois liés aux investissements intérieurs (ETP) →

Vente d'énergie et maintenance (M€) →

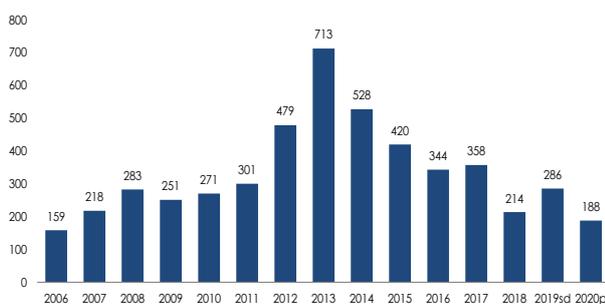
Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) →

En 2020, le marché total dans les secteurs collectif, industriel et tertiaire s'élève à 1,8 Mds€, en hausse de 12 % par rapport à 2018. La filière emploie 7 090 ETP en 2020, dont 78 % sont liés à l'exploitation-maintenance des unités et à la production de bois marchand.

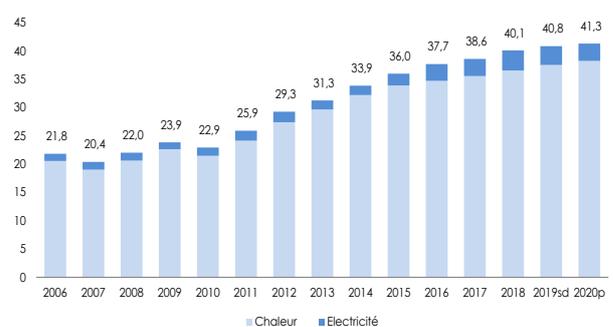
#### Emplois liés au bois-énergie (collectif-industriel-tertiaire ; ETP)



#### Puissance mise en service dans l'année (MW)



#### Production d'énergie (TWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les marchés et emplois estimés sont ceux liés au développement des centrales biomasses, à la maintenance des unités de production, à la valorisation de l'énergie produite et vendue (chaleur et électricité), ainsi qu'à la production et la vente de bois marchand utilisé pour la production d'énergie autoconsommée (chaleur et électricité). L'étude n'inclut pas les emplois indirects (fournisseurs des fabricants, exploitation forestière). En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

#### Équipements

#### Construction, Études

#### Maintenance

#### Exploitation, Vente d'énergie

Fabrication de chaudières et d'équipements divers

Génie civil, pose d'équipements, études préalables

Visites d'entretien, réparation

Vente d'électricité et de chaleur, production et vente de bois marchand pour la production d'énergie autoconsommée

# Contexte réglementaire

## Filière dynamisée par le Fonds Chaleur et les appels d'offre de la CRE

Dès 2009, le Fonds Chaleur de l'ADEME permet une accélération importante des réalisations d'installations de production de chaleur issue de la biomasse énergie. Chaque année, la mobilisation du Fonds Chaleur Renouvelable prend la forme d'Appel À Projets (AAP) nationaux (BCIAT Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire) pour des installations industrielles de plus de 12 GWh/an, ainsi que d'aides au gré à gré attribuées par les directions régionales de l'ADEME pour les installations industrielles inférieures à 12 GWh/an et toutes autres installations du secteur collectif-tertiaire incluant, le cas échéant, une aide aux réseaux de chaleur.

Entre 2009 et 2020, le Fonds Chaleur soutient plus de 1 100 chaufferies biomasse (BCIAT compris, hors approvisionnement de bois). La chaleur potentielle produite par ces installations s'élève à 19,3 TWh. En 2020, 146 nouvelles installations sont soutenues par le FC (dont 19 en BCIAT), pour une production totale de chaleur de 1 505 GWh sur l'année.

Entre 2003 et 2010, quatre appels d'offre sont lancés par la CRE, pour 83 projets retenus d'une puissance totale de 1,2 GW. Parmi ces projets, 35 sont actuellement en exploitation, avec un parc de 554 MW. Selon les résultats des 3 premières phases du 5<sup>ème</sup> appel d'offre (CRE5 lancé en 2016), 32 nouveaux projets d'une puissance totale de 198 MW sont retenus. Actuellement, un seul de ces projets de 8,3 MW est en exploitation.

## Des outils pour structurer la filière et mobiliser plus de bois

Afin d'approvisionner les chaufferies bois soutenues par le Fonds Chaleur et les centrales de cogénération bois issues des appels d'offres CRE, les pouvoirs publics mettent en place des outils de soutien à la production du bois-énergie :

- Lancé en mars 2015 dans le cadre de l'élargissement du Fonds Chaleur aux actions de mobilisation de bois, l'Appel à Manifestations d'Intérêt « DYNAMIC Bois » accompagne des solutions innovantes afin de mobiliser davantage de bois-énergie. Au total, 43 projets sont sélectionnés par l'ADEME lors des deux AMI DYNAMIC Bois en 2015 et 2016, pour un investissement total de 148 M€, dont 55 M€ d'aides publiques. Ces projets permettent la récolte de 3 à 4 Mt additionnelles de bois-énergie en 4 ans destinées aux chaufferies à biomasse.
- En avril 2019, l'État lance un AMI afin de soutenir des projets collectifs, territoriaux et à caractère ambitieux (structurant ou innovant). Cet AMI s'appuie sur une enveloppe de 1,5 M€ issu du Fonds Stratégique de la Forêt et du Bois (FSFB). Sur une durée d'un an, chaque projet peut prétendre à une subvention comprise entre 25 000 et 75 000 euros. Au terme des sélections régionales et nationales, 25 projets (sur 32 candidatures) sont retenus. Ces projets sont présents dans 9 régions métropolitaines et 4 départements d'outre-mer.

## Cogénération : fin du soutien public

Lancé en 2003, le 1<sup>er</sup> appel d'offres géré par la CRE vise des projets d'au moins 12 MW. Il permet de retenir une quinzaine de projets pour une puissance cumulée de 216 MW. De nouveaux appels d'offres sont par la suite lancés en 2006, 2009 et 2010. En 2016, deux appels d'offres sont lancés avec le mécanisme du complément de rémunération. Le premier, clôturé en 2017, vise à remplacer les unités en cogénération gaz de plus de 12 MW par des unités en cogénération biomasse à haut rendement. Le second AO, groupé filières bois-énergie et méthanisation, a pour objectif de soutenir les installations de 0,3 à 25 MW à la condition que ces installations soient des installations de cogénération à haut rendement (fin de la 3<sup>ème</sup> période en 2019).

Selon la PPE 2020, le soutien aux filières énergétiques valorisant de la biomasse est désormais réservé à la production de chaleur. Le but est d'optimiser le coût global d'atteinte des objectifs en matière d'énergies renouvelables et de favoriser

<b>2000</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jusqu'en 2010 : Programme bois-énergie de l'ADEME</li> </ul>
<b>2003</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premiers appels d'offre de la CRE pour la production d'électricité en cogénération à partir de la biomasse</li> </ul>
<b>2009</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place du Fonds Chaleur Renouvelable géré par l'ADEME</li> </ul>
<b>2011</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêté tarifaire concernant les installations d'une puissance inférieure à 12 MWe</li> </ul>
<b>2014</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création du Fonds Stratégique de la Forêt et du Bois afin de structurer et d'accompagner la filière pour mobiliser davantage de bois</li> </ul>
<b>2015</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appel à Manifestation d'Intérêt " AMI DYNAMIC Bois " de l'ADEME</li> </ul>
<b>2016</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrogation du tarif d'achat de référence</li> <li>• Intégration au budget de l'État du financement du soutien aux EnR par l'intermédiaire du Compte d'Affectation Spéciale " Transition Énergétique "</li> </ul>
<b>2019</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appel à Manifestation d'Intérêt " AMI Forêt-Bois " du MMA en vue d'accompagner des projets territoriaux au service du développement de la filière forêt-bois</li> </ul>
<b>2020</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan France Relance : Enveloppe de 1,2 Mds€ pour la décarbonisation de l'industrie</li> </ul>

la plus grande efficacité énergétique, et cela compte-tenu du coût de production de l'électricité à partir de la biomasse. Par conséquent, aucun AO cogénération biomasse ne sera lancé jusqu'en 2028.

### Plan France Relance : des projets entrepris en faveur de la biomasse

Une des thématiques abordées dans le cadre du Plan France Relance<sup>55</sup> concerne la décarbonation de l'industrie. Ce dispositif comporte deux volets, dont un soutien à la chaleur bas-carbone des entreprises industrielles. Ce soutien porte à la fois sur l'investissement et le fonctionnement des installations pour compenser l'écart total de coûts entre la chaleur produite à partir de biomasse et leur solution fossile alternative sur une période pluriannuelle. Le coût total de ce dispositif s'élève à 200 M€ en 2020 et à 1 Mds€ en 2021 et 2022.

## Les acteurs de la filière du bois-énergie (secteurs collectif, industriel et tertiaire)

### Trois principaux acteurs pour la construction de chaudières biomasse

Sur le marché national, les entreprises françaises occupent une place significative dans la fabrication des chaudières biomasse de moyenne et grande puissance. Trois sociétés jouent un rôle prépondérant : Compte R, Leroux et Lotz Technologies, et Weiss France (reprise par NextEnergies en 2013).

- Spécialiste des gammes de puissance de 250 kW à 12 MW, Compte R réalise en 2020 un CA de 20,9 M€ pour 125 salariés. Compte R possède 3 sites de production en France, ainsi que des filiales en Biélorussie, Pologne, Espagne, et Canada.
- La gamme de base de Weiss France va de 1,5 à 20 MW. Cependant, la société peut réaliser des installations plus importantes allant jusqu'à 45 MW. En 2013, elle est reprise par NextEnergies.
- Leroux et Lotz Technologies fabrique des chaudières de 5 à 100 MW, ainsi que des chaudières de petites puissances. En 2020, elle réalise un CA de 28,9 M€ pour plus de 60 salariés.

Areva est également présent sur le marché des centrales électriques à base de biomasse, notamment à l'exportation. Le groupe a déjà livré au total une centaine de centrales biomasse dans le monde, totalisant plus de 2 500 MWélec.

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Reprise des investissements en 2020

De nombreux projets connaissent des difficultés de mises en service, de financement (quand le prix de vente proposé pour gagner l'appel d'offres est insuffisant), d'approvisionnement (quand celui-ci est lié à une entreprise qui fait défaut), voire d'acceptation sociale pour les chaufferies les plus importantes.

Cependant, grâce aux soutiens du Fonds Chaleur et des appels d'offres CRE, les montants investis depuis 2011 se situent à un niveau très supérieur aux investissements mesurés sur la période de 2006 à 2010 (267 M€ en moyenne, exportations comprises).

Sur la base d'un bilan des réalisations effectives des programmes cités (CRE ; Fonds Chaleur, dont BCIAT<sup>56</sup>), les investissements intérieurs dans les nouvelles capacités de production passent de 250 M€ en 2018 à 307 M€ en 2019 et 379 M€ en 2020. Notons que la conversion d'une partie de la centrale à charbon Gardanne en biomasse (150 MW de puissance) compte pour une part importante des travaux sur la période 2015-2017.

La valeur des équipements destinés à l'export augmente également de 21 % en moyenne par entre 2018 (34 M€) et 2020 (49 M€).

<sup>55</sup> Plan visant à lutter contre la crise économique et sanitaire liée à la Covid-19. Projet de loi de Finances pour 2021

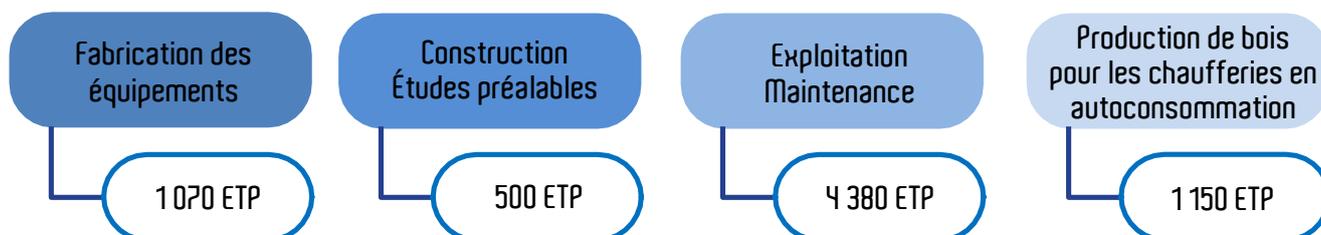
<sup>56</sup> D'autres projets peuvent être réalisés en dehors des programmes cités. Il n'existe cependant aucune donnée globale sur les réalisations annuelles.

La vente intérieure d'énergie produite par les chaufferies biomasse sous forme thermique ou électrique (exploitation et maintenance comprises) s'élève à 990 M€ en 2018 (pour 40,1 TWh produits), 1 054 M€ en 2019 (pour 40,8 TWh), et 1 026 M€ en 2020 (pour 41,3 TWh). À noter que, dans le cadre de cette étude, le bois et les combustibles dérivés utilisés dans la production de chaleur et d'électricité vendue sont considérés comme une consommation intermédiaire. Leur valeur est donc indirectement incluse dans la valeur de l'exploitation-maintenance de ces chaufferies biomasses.

Quant à la production et la vente de bois et de combustibles dérivés marchands utilisés pour la production d'énergie autoconsommée (chaleur et électricité), elle s'élève à 149 M€ en 2018, 155 M€ en 2019 et 155 M€ en 2020.

On ajoute également les services d'entretien et de maintenance des unités qui autoconsomment l'énergie qu'elles produisent : 148 M€ en 2018, 151 M€ en 2019 et 152 M€ en 2020.

### Exploitation-maintenance et production de bois pour l'énergie autoconsommée : première source d'emploi direct



Les emplois liés aux investissements (y compris la fabrication d'équipements destinés à l'export) augmentent de 33 % entre 2019 (1 180 ETP) et 2020 (1 570 ETP). En 2020, la fabrication des équipements nécessite 1 070 ETP (dont 180 ETP destinés à l'exportation). Le secteur de la construction et des études préalables emploie 500 ETP cette même année.

Les emplois de la filière sont principalement ceux liés à l'exploitation-maintenance des installations et à la production de la part marchande de combustibles (plaquettes forestières) utilisée dans la production d'énergie autoconsommée (chaleur et électricité) dans le secteur collectif.

#### Emplois liés à la production de bois marchand

Cette étude se limite aux emplois liés aux activités directes. Pour le bois (et les combustibles dérivés), les seuls emplois pris en compte sont donc ceux liés à la production de bois marchand utilisé dans la production d'énergie autoconsommée (chaleur, électricité). Les emplois liés à la production de bois et de combustibles dérivés utilisés dans la production de chaleur et d'électricité vendue (consommation intermédiaire) correspondent à des emplois indirects et ne sont pas intégrés dans nos estimations (cf. page 104).

Dans l'ensemble, les emplois liés à la production de bois marchand destinés à toutes les installations concernent : bois marchand utilisé pour la production de chaleur et d'électricité autoconsommée (emplois directs dans le cadre de cette étude et inclus dans nos estimations d'emplois) et bois marchand utilisé pour la production de chaleur et d'électricité vendue (emplois indirects dans le cadre de cette étude et exclus de nos estimations).

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur à partir de biomasse solide. Ces objectifs sont mis en perspective avec les évolutions climatiques.

#### Production de chaleur à partir de biomasse solide (TWh)

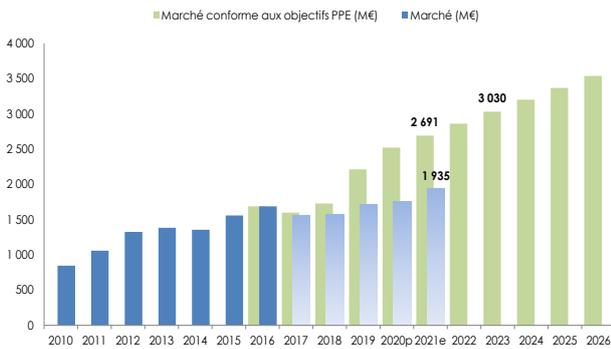
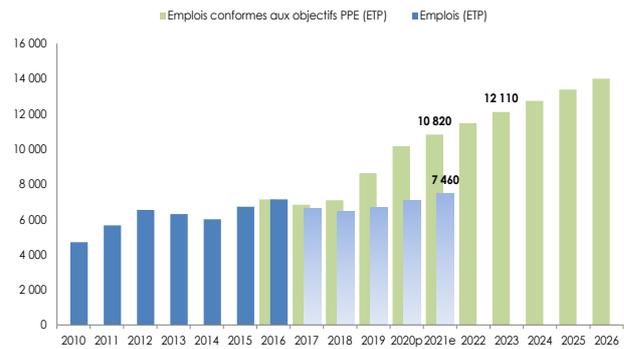
2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
120 TWh	145 TWh	157 TWh	169 TWh
Dont 80 TWh pour ménages			

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 pour la production de chaleur via les chaudières biomasses représente donc 83 TWh.

La PPE prévoit également 15 à 18 TWh de chaleur produite via la valorisation énergétique des déchets dans les Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM). Sur les 16,5 TWh en moyenne, la moitié est considérée comme renouvelable et comptabilisée dans les objectifs relatifs à la biomasse (8,25 TWh).

Par conséquent, l'objectif moyen final de production de chaleur à partir de biomasse solide s'élève à 91,25 TWh, soit plus du double de la production en 2018 (40,1 TWh).

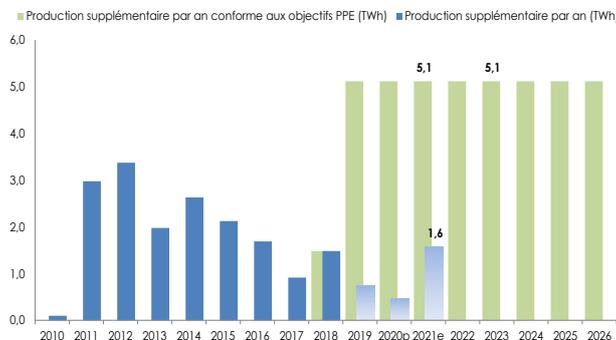
**Marchés liés au bois-énergie (collectif-industriel-tertiaire ; M€)****Emplois liés au bois-énergie (collectif-industriel-tertiaire ; ETP)**

(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir une production d'énergie supplémentaire de 5,1 TWh chaque année à partir de 2019, le marché total liés au bois-énergie dans les secteurs collectifs, industriels et tertiaires est estimé à 2,7 Mds€ en 2021 et 3,0 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 0,9 Mds€, la vente d'énergie (bois compris) 1,9 Mds€, et l'entretien des installations 0,2 M€. Les emplois atteindraient 12 110 ETP en 2023 : 3 350 ETP liés aux investissements, 1 710 ETP à la production du bois marchands, et 7 040 ETP à l'exploitation-maintenance des chaudières biomasses.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE : 1,9 Mds€ et 7 460 ETP pour la tendance, 2,7 Mds€ et 10 820 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à installer annuellement selon chaque cas de figure. Selon les projets recensés de la CRE (Observ'ER, Baromètres des énergies renouvelables électriques en France) et ceux soutenus par le Fonds Chaleur 2021 (communication ADEME), la production d'énergie supplémentaire des nouvelles installations représente 1,6 TWh en 2020. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait produire 5,1 TWh supplémentaires cette même année.

**Production d'énergie supplémentaire par an (TWh)**

Source : Estimations IN NUMERI

Selon le baromètre des énergies renouvelables électriques en France (Observ'ER), plus d'une dizaine de projets soutenus par la CRE doivent être mis en service en 2021. Ces projets représentent une puissance totale de 113 MWe.

Pour autant, dans les secteurs collectifs et industriels, la biomasse ne progresse pas comme attendu. Selon le Fonds Chaleur 2021, le nombre de nouvelles installations soutenues diminue : 117 unités (dont 12 en BCIAT), contre 146 unités l'année précédente (dont 19 en BCIAT). Le potentiel de production totale de chaleur sur 2021 s'élèverait à 1 156,2 GWh (soit -23 % par rapport aux projets soutenus sur le bilan précédent). Pourtant, dans le cadre des appels à projets BCIAT, on constate que les industriels se tournent vers des solutions de valorisation des sous-produits de leur activité (déchets de bois).

### Mesures de soutien de la PPE

- Favoriser la valorisation chaleur de la biomasse avec la cogénération haut rendement. La chaleur sera nettement prioritaire pour la valorisation énergétique de la biomasse ;
- Développer des analyses territoriales de la biomasse à l'échelle régionale (dans le cadre de l'élaboration des schémas régionaux biomasse) afin de mobiliser les ressources en biomasses disponibles mais pas encore exploitées avec une mise à jour des données d'inventaire (travail en cours de l'IGN) ;
- Poursuivre le soutien aux chaufferies dans le collectif et l'industrie via le Fonds chaleur.

Source : *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020*

## Résultats détaillés

### Marchés liés au bois-énergie (secteurs collectif, industriel et tertiaire)

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France	136	90	175	260	321	263	195	282	292	203	150	183	239
Importations d'équipements	39	52	62	88	114	80	77	75	88	61	46	62	66
Construction, Études préalables	46	43	61	93	119	97	74	82	84	65	53	61	74
<b>Total des investissements</b>	<b>221</b>	<b>185</b>	<b>298</b>	<b>442</b>	<b>555</b>	<b>439</b>	<b>346</b>	<b>439</b>	<b>463</b>	<b>330</b>	<b>250</b>	<b>307</b>	<b>379</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>372</b>	<b>425</b>	<b>503</b>	<b>559</b>	<b>698</b>	<b>839</b>	<b>965</b>	<b>1 053</b>	<b>1 159</b>	<b>1 174</b>	<b>1 287</b>	<b>1 360</b>	<b>1 332</b>
<b>Marché intérieur *</b>	<b>593</b>	<b>610</b>	<b>800</b>	<b>1 001</b>	<b>1 253</b>	<b>1 278</b>	<b>1 310</b>	<b>1 492</b>	<b>1 623</b>	<b>1 504</b>	<b>1 537</b>	<b>1 667</b>	<b>1 711</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements et ingénierie	35	31	46	58	72	105	44	65	64	52	34	45	49
<b>Marché total **</b>	<b>628</b>	<b>642</b>	<b>846</b>	<b>1 058</b>	<b>1 325</b>	<b>1 383</b>	<b>1 355</b>	<b>1 557</b>	<b>1 687</b>	<b>1 556</b>	<b>1 570</b>	<b>1 712</b>	<b>1 760</b>
<b>Production **</b>	<b>589</b>	<b>589</b>	<b>785</b>	<b>970</b>	<b>1 211</b>	<b>1 303</b>	<b>1 278</b>	<b>1 482</b>	<b>1 599</b>	<b>1 495</b>	<b>1 524</b>	<b>1 650</b>	<b>1 694</b>

(\*) Marché intérieur = Total des investissements + Exploitation-maintenance et vente intérieur d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Emplois associés au bois-énergie (secteurs collectif, industriel et tertiaire)

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements pour la France	610	370	720	970	1 200	960	730	1 030	1 110	740	510	620	890
Construction, Études préalables	370	320	470	690	890	710	540	600	600	450	360	410	500
<b>Total</b>	<b>980</b>	<b>690</b>	<b>1 190</b>	<b>1 660</b>	<b>2 080</b>	<b>1 680</b>	<b>1 280</b>	<b>1 640</b>	<b>1 710</b>	<b>1 190</b>	<b>870</b>	<b>1 030</b>	<b>1 380</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>3 400</b>	<b>3 350</b>	<b>3 340</b>	<b>3 780</b>	<b>4 180</b>	<b>4 270</b>	<b>4 560</b>	<b>4 840</b>	<b>5 180</b>	<b>5 270</b>	<b>5 480</b>	<b>5 520</b>	<b>5 520</b>
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>4 370</b>	<b>4 040</b>	<b>4 530</b>	<b>5 440</b>	<b>6 260</b>	<b>5 940</b>	<b>5 840</b>	<b>6 470</b>	<b>6 890</b>	<b>6 460</b>	<b>6 350</b>	<b>6 550</b>	<b>6 910</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>160</b>	<b>120</b>	<b>190</b>	<b>220</b>	<b>280</b>	<b>350</b>	<b>170</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>190</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>180</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>4 530</b>	<b>4 160</b>	<b>4 710</b>	<b>5 660</b>	<b>6 540</b>	<b>6 300</b>	<b>6 010</b>	<b>6 720</b>	<b>7 140</b>	<b>6 650</b>	<b>6 470</b>	<b>6 700</b>	<b>7 090</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Puissances et production d'énergie de la filière bois-énergie (secteurs collectif, industriel et tertiaire)

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Puissance mise en service dans l'année MW</b>	159	283	271	301	479	713	528	420	344	358	214	286	188
Électricité (AO CRE et tarifs d'achats) *	0	0	4	74	20	114	11	36	83	166	10	43	20
Fonds chaleur (BCIAT inclus) **	159	283	267	227	459	599	517	384	260	192	204	243	168
<b>Production d'énergie (TWh)</b>	<b>21,8</b>	<b>22,0</b>	<b>22,9</b>	<b>25,9</b>	<b>29,3</b>	<b>31,3</b>	<b>33,9</b>	<b>36,0</b>	<b>37,7</b>	<b>38,6</b>	<b>40,1</b>	<b>40,8</b>	<b>41,3</b>

(\*) La centrale biomasse de Gardanne est incluse dans les nouvelles puissances installées des projets de la CRE en 2017 (les investissements étant réalisés). Cependant, cette centrale n'est pas encore exploitée. Par conséquent, la production de bois nécessaire à son approvisionnement n'est pas incluse dans la valeur du bois.

(\*\*) Selon le programme bois-énergie de l'ADEME en 2006 et 2008

Sources : Estimations In Numeri selon ADEME : Communications internes ; Bilans du Fonds Chaleur (dont BCIAT) - Observ'ER, Baromètres des énergies renouvelables électriques en France - SDES : Bilan des énergies renouvelables ; Tableau de bord des énergies renouvelables - CRE : Délibérations sur les CSPE, Annexes 1

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Mises en service annuelles (MW)</b>			
Projets CRE		Données transmises par l'ADEME <sup>57</sup> Observ'ER, Baromètres des énergies renouvelables électriques en France	***
BCIAT et Fonds Chaleur		ADEME, Bilans du BCIAT et Fonds Chaleur	***
<b>Investissement CRE (M€)</b>	Réalisation annuelle x Coût unitaire		
Réalisation annuelle (MW)	Répartition des mises en service : ¼ pour l'année n-2, ½ pour l'année n-1 et ¼ pour l'année n		**
Coût unitaire (M€/MW)		CRE ; INSEE (IPP, IdBank 1570142)	**
<b>Investissement BCIAT (M€)</b>	Répartition des aides : ¼ pour l'année n-2, ½ pour l'année n-1 et ¼ pour l'année n	ADEME, Bilans du BCIAT et Fonds Chaleur	***
<b>Investissement Fonds Chaleur (M€)</b>	Répartition des aides : ½ pour l'année n-1, ½ pour l'année n	ADEME, Bilans du BCIAT et Fonds Chaleur	***
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>			
Chaudières (M€)	Projet CRE : 20 % Projet Fonds Chaleur : 25 %	SER ; Étude CRE <sup>58</sup> ; Étude Ernst & Young <sup>59</sup>	**
Autres équipements (M€)	Projet CRE : 65 % Projet Fonds Chaleur : 50 %	SER ; Étude CRE ; Étude Ernst & Young	**
Construction, Études (M€)	Projet CRE : 15 % Projet Fonds Chaleur : 25 %	SER ; Étude CRE ; Étude Ernst & Young	**
<b>Fabrication des chaudières (M€)</b>	Investissement pour chaudière + Exportations - Importations		
Commerce extérieur (M€)		Eurostat, Produits 84.02.12.00, 84.02.19.10, 84.02.19.90, 84.02.20.00	***
<b>Marché des autres équipements (M€)</b>	Répartition de l'investissement pour autres équipements selon FBCF	Eurostat, Tableau entrées-sorties	**
<b>Emplois d'investissement (ETP)</b>			
Fabrication des chaudières (ETP)	Fabrication des chaudières M€ x Ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Fabrication des autres équipements (ETP)	Fabrication des autres équipements M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2019 : CN, Branches A38.CJ et A38.CK	**
Construction (ETP)	Construction M€ x Ratio [Production/Emploi]	2006 à 2019 : CN, Branche A88.43	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x Ratio [Production-Sous-traitance/Emploi]	2006-08 et 2016-19 : CN, Branche A88.71 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12	**

<sup>57</sup> Données relatives au document « Compilation des consommations et prélèvements de biomasse par région et par nature de combustible des installations de cogénération biomasse et production de chaleur collectives et industrielles supérieures à 100 tep/an », ADEME (2016)

<sup>58</sup> CRE (2014), Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine

<sup>59</sup> Ernst & Young (2014), Évaluation de l'impact des projets soutenus dans le cadre du Fonds Chaleur BCIAT

<b>Énergie produite (ktep, GWh)</b>			
Chaleur produite (ktep)	Secteur résidentiel-collectif-tertiaire (vendue) et industriel (autoconsommation)	2006 à 2012 : SDES, Bilans des EnR 2013 à 2020 : Estimation selon ratio moyen [ktep/MW] en 2006-12	**
Électricité produite (GWh)		2006 à 2011 : SDES, Bilans des EnR 2012 à 2016 : SDES, Tableau de bord EnR 2017 à 2020 : Estimation selon CRE	**
<b>Électricité autoconsommée (GWh)</b>	Électricité produite – électricité vendue	Électricité vendue : CRE, Délibérations sur la CSPE, Annexes 1	**
<b>Prix de l'énergie vendue (€/MWh)</b>			
Chaleur (€/MWh)		Études ADEME <sup>60</sup>	***
Électricité (€/MWh)		CRE, Délibérations sur la CSPE	***
<b>Passage de l'énergie produite en bois consommé</b>			
Chaleur vendue (résidentielle/collective/tertiaire)	Bois utilisé (ktep)/Chaleur produite (ktep) = 1,18	Estimation In Numeri	*
Chaleur autoconsommée (industrielle)	Bois utilisé (ktep)/Chaleur produite (ktep) = 1	Directive européenne RED	***
Électricité autoconsommée et vendue	Bois utilisé (ktep)/Électricité produite (GWh) = 0,34	SDES (2013), Chiffre clés des EnR	**
<b>Part marchande du bois utilisé (%)</b>			
Chaleur vendue (résidentielle/collective/tertiaire)	100 %	Hypothèse In Numeri	*
Électricité vendue	57 %	Rapports de la CRE	**
Chaleur et électricité autoconsommée	30 %	EAECI	**
<b>Bois marchand utilisé pour la production d'énergie autoconsommée</b>			
Valeur (M€)	Quantités de bois ktonnes x Prix €/tonne	Prix : Études ADEME <sup>61</sup>	**
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME <sup>62</sup>	**
<b>Exploitation-maintenance</b>			
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME <sup>63</sup>	**
Valeur (M€)	½ des emplois des installations de production d'énergie autoconsommée x Ratio k€/ETP	2006-08 et 2016-19 : CN, Branche A88.33 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33.11Z	**

Note : 1 ktep = 11,628 GWh ; 1 tep = 0,25 tonnes

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

<sup>60</sup> ADEME (2019, 2022), Coûts des EnR&R en France ; ADEME, Enquêtes sur les prix des combustibles bois pour le chauffage industriel et collectif

<sup>61</sup> De 2006 à 2012 : Étude réalisée par BASIC (ADEME 2012), Enquête sur les prix des combustibles bois en 2011-2012. De 2013 à 2020 : Études réalisées par CODA Stratégie (ADEME), Enquête sur les prix des combustibles bois pour le chauffage domestique ; CEEB

<sup>62</sup> Étude réalisée par Algoé Blézat (ADEME, 2007), Évaluation des emplois de la filière biocombustibles

<sup>63</sup> Étude réalisée par Algoé Blézat (ADEME, 2007), Évaluation des emplois de la filière biocombustibles

## Méthode générale d'évaluation

La fiche suit les investissements liés à la valorisation de la biomasse bois pour la production de chaleur et d'électricité. Elle procède également à une évaluation de la valeur de l'énergie vendue (chaleur, électricité, bois marchand destiné à la production d'énergie autoconsommée) et des emplois associés.

Dans cette estimation, la fiche se limite aux activités et aux emplois directs. Les marchés correspondant au bois et aux combustibles dérivés utilisés dans la production d'électricité ou de chaleur marchande sont exclus (consommation intermédiaire). Pour le bois et les combustibles dérivés, les seuls marchés (et emplois) pris en compte sont ceux liés à la production de bois marchand utilisé pour la production de chaleur et d'électricité autoconsommée.

Schéma des marchés et des emplois liés à l'énergie

	Production d'énergie		Bois et combustibles dérivés	
	Électricité	Chaleur	Marchand	Non marchand
Énergie vendue	Q, V, E	Q, V, E	Q	Q
Énergie autoconsommée	Q	Q	Q, V, E	Q

(\*) Les zones bleues indiquent les marchés et les emplois pris en compte ; Q : quantité, V : valeur ; E : emplois

**Note :** Dans cette fiche, on fait l'hypothèse que la conversion d'une partie de la centrale à charbon Gardanne en biomasse est achevée en 2017 (prise en compte dans les investissements), mais n'est pas mise en service à ce jour (exclue des estimations d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie).

### Développement des capacités de production

À partir des projets sélectionnés par les appels d'offres de la CRE et les programmes ADEME (Fonds Chaleur, dont BCIAT), on obtient une série des réalisations sur la période 2006 à 2020, en puissance dans un premier temps, et en valeur dans un deuxième temps (montant d'investissement). Ces réalisations sont décomposées entre équipements, construction et études (considérant la construction et les études comme des activités entièrement domestiques).

Pour les équipements, on sépare les chaudières des autres équipements. Pour les chaudières, on s'appuie essentiellement sur les données des trois principaux fabricants français. Pour déterminer la fabrication française, on reconstitue un équilibre [ressources-emplois] à partir des données d'investissement et d'échanges extérieurs. Pour les autres équipements, on ne dispose pas de données aussi précises. L'équilibre [ressources-emplois] est construit à partir des tableaux [ressources-emplois] d'Eurostat qui permettent de ventiler la FBCF en biens d'équipements électriques et mécaniques entre produits importés et produits nationaux.

Les emplois des différentes activités (fabrication, construction, études préalables) sont calculés en utilisant différents ratios. Pour les chaudières, on utilise les ratios des principaux fabricants. Pour les autres activités, on utilise les ratios des branches d'activité correspondantes calculés à partir des données de la Comptabilité Nationale (CN) ou d'ESANE.

### Vente d'énergie (chaleur et électricité vendue, bois marchand utilisé dans la production d'énergie autoconsommée), exploitation-maintenance

Les données sur la production d'énergie issue de la biomasse bois sont reprises des rapports du SDES et de la CRE : production de chaleur du secteur résidentiel, collectif et tertiaire considérée comme marchande, production de chaleur dans l'industrie considérée comme de l'autoconsommation, électricité produite, électricité marchande des projets CRE.

On calcule la consommation de bois correspondant aux différents segments en distinguant bois marchand et non marchand (données de l'enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie ; EACEI de l'INSEE). On valorise ensuite les différentes énergies marchandes avec les prix de la CRE (électricité vendue) et des études ADEME (chaleur du secteur résidentiel, collectif et tertiaire ; bois marchand utilisé dans production d'énergie autoconsommée).

Les emplois liés à la production d'énergie distinguent d'une part les emplois d'exploitation-maintenance des installations de production d'électricité et de chaleur (vendue et autoconsommée), et d'autre part les emplois dans la production du bois marchand utilisé dans la production de chaleur et d'électricité autoconsommée. Les ratios d'emploi utilisés sont issus de l'étude ADEME réalisée par Algoé Blézat (2007).

# 10. Géothermie

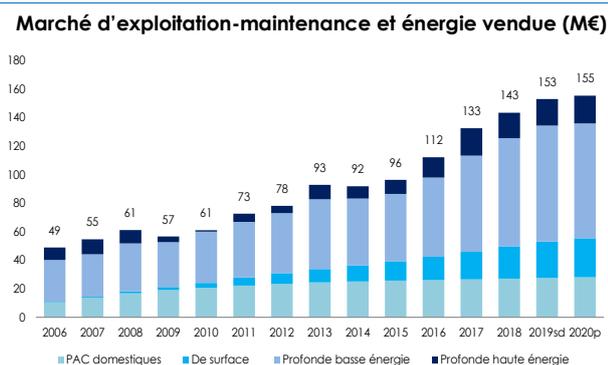
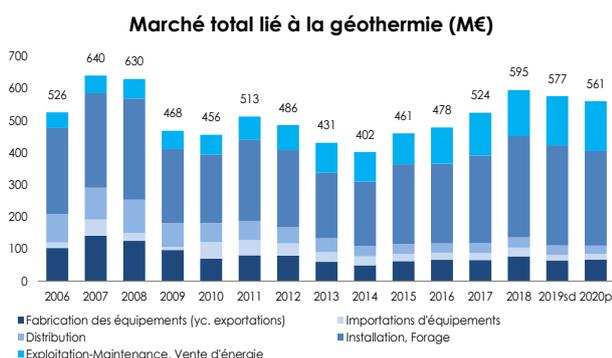
## Points clés

### Un marché en baisse : -6 % en deux ans

Le marché de la géothermie diminue entre 2018 (595 M€) et 2020 (561 M€). Cette baisse concerne essentiellement le marché des pompes à chaleur géothermiques (PAC géo) posées dans les bâtiments résidentiels et les bâtiments des secteurs collectif et tertiaire (géothermie de surface). Le marché connaît toutefois une hausse sur la géothermie profonde basse et haute énergie.

Destinées de plus en plus à la rénovation, les ventes des PAC géo dans le secteur résidentiel augmentent de 13 % en 2019, mais diminuent par la suite de 14 % en 2020 (3 005 unités ; Observ'ER).

Entre 2009 et 2020, plus de 720 projets de géothermie sont aidés par le Fonds Chaleur (FC) de l'ADEME, pour un investissement de 975,9 M€. Ces projets se traduisent à terme par 302,1 GWh de chaleur renouvelable supplémentaire sur l'année 2020. Cette même année, le FC soutient 73 projets d'un montant total de 102,4 M€.



### Tendances observées 2018-2020

Investissements intérieurs (M€) ↓

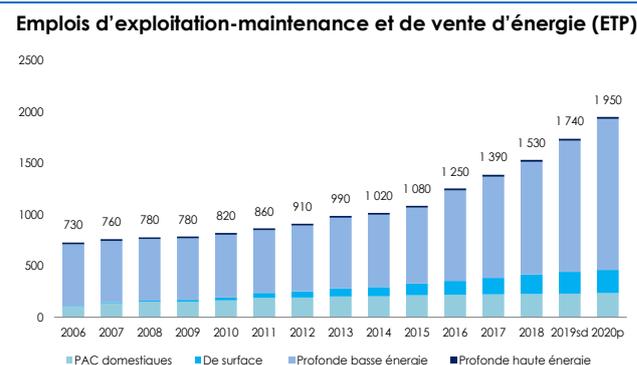
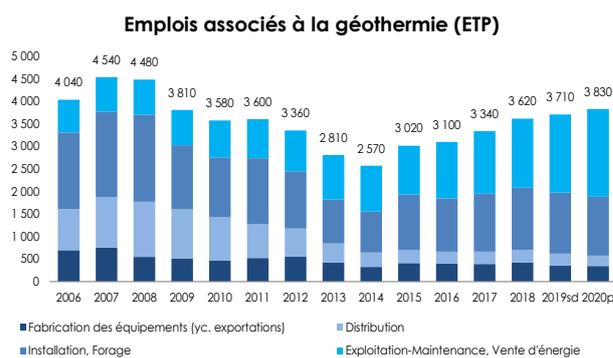
Emplois associés aux investissements (ETP) ↓

Valeur de l'énergie vendue (M€) ↑

Emplois associés à la vente d'énergie (ETP) ↑

En 2020, 2,5 TWh produits en géothermie profonde basse énergie alimentent principalement les réseaux de chaleur des bassins Parisien et Aquitaine (87 %). Les autres usages sont l'industrie (8 %), l'agriculture-pisciculture (3 %) et les piscines-thermes (2 % ; AFGP).

Contrairement aux investissements et aux marchés, les emplois augmentent de 3 % en moyenne par an et passent de 3 620 ETP en 2018 à 3 830 ETP en 2020. La baisse des emplois d'investissements est compensée par la hausse des emplois d'exploitation des unités, de maintenance des équipements et de la vente d'énergie.



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs : fabrication, vente et installation des équipements, travaux de forage, études préalables, exploitation-maintenance et vente d'énergie. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants, fabricants d'échangeurs de chaleur) ne sont pas inclus. Les emplois de distribution de la chaleur issue de la géothermie sont présentés dans la fiche relative aux réseaux de chaleur. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

#### Fabrication

#### Distribution

#### Forages, Pose, Études

#### Vente d'énergie

Fabrication des équipements géothermiques (PAC géothermiques comprises)

Grossistes, distributeurs

Pose des équipements, réseaux d'installateurs

Exploitation des unités de production, maintenance des équipements, vente d'énergie

## Contexte réglementaire

### Filière en pleine structuration bénéficiant de soutien

De 2009 à 2020, 44 projets de géothermie en aquifère profond bénéficient d'une aide du FC de l'ADEME pour 578,8 M€ d'investissement. Ces projets se traduisent par 1,8 TWh de chaleur renouvelable produite.

En 2010, la profession accomplit, avec le soutien de l'ADEME, un important effort de structuration avec la création de l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG). Cet effort s'accompagne par la simplification de la réglementation, la montée en compétences des acteurs (via les qualifications RGE sur la géothermie de surface) et la mise en œuvre de nouveaux mécanismes assuranciers (fonds GEODEEP).

Créé en 2015, le cluster GEODEEP (composé d'une quinzaine d'entreprises) a pour vocation de faire la promotion du savoir-faire français à l'exportation. Ce cluster contribue également à la mise en place de deux fonds destinés à couvrir les risques géothermiques. Dédié à la filière EGS en France continentale, le premier vise à réduire les risques liés aux aléas géologiques (compensation en cas d'échec). Le second est destiné à la géothermie volcanique et à l'action internationale. De 2015 à 2019, les opérations entreprises par GEODEEP représentent un budget de 43 M€.

Créé en 2015 notamment, le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Géodénergies vise à structurer un pôle de compétence spécialisé dans la connaissance et les technologies du sous-sol.

### Évolutions et nouveautés réglementaires

Le décret sur les gîtes Géothermiques de Minime Importance (GMI<sup>64</sup>) permet d'exclure du Code Minier la plupart des ouvrages géothermiques inférieurs à 10 mètres de profondeur. Il aboutit également à la création d'un régime déclaratif allégé et dématérialisé des activités GMI. Ces dispositions ont comme objectif d'assurer un meilleur encadrement de la filière, ainsi que de sécuriser, simplifier et réduire les délais de réalisation des projets de PAC géothermiques.

En ce qui concerne la géothermie profonde haute énergie (électrogène), l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG) contribue à la négociation du nouveau système, à savoir le complément de rémunération. Entrée en vigueur en décembre 2016, cette prime est de 246 €/MWh pour l'électricité géothermique EGS, prix plus rémunérateur que l'ancien (130 € en outre-mer et 200 € en métropole). Cette technologie pour l'exploitation de la géothermie profonde de haute énergie (électrique, cogénération) connaît une 1<sup>ère</sup> application cette même année. Après trente années de travaux en recherche et développement, les centrales Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen sont mises en service et entrent en phase d'exploitation industrielle.

La nouvelle PPE est revenue sur le tarif d'achat de façon à ce que les nouveaux projets ne peuvent plus en bénéficier depuis 2020. Néanmoins, un quota de l'ordre de 60 MWe est négocié et bénéficiera de l'ancien tarif d'achat (AFPG).

#### 2007

- Mise en place du label QualiPAC pour les installateurs et de la certification NF PAC pour les modèles fabriqués

#### 2009

- Création du Fonds Chaleur de l'ADEME

#### 2010

- Eligibilité au crédit d'impôt pour les travaux de forage et d'installation des échangeurs souterrains des pompes à chaleur géothermiques

#### 2011

- Lancement d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) de l'ADEME dédié à la géothermie

#### 2013

- Nouvelles étiquette énergétique avec trois classes de très haute performance : A+, A++ et A+++
- Mise en place du label Qualiforage
- Application de la RT 2012 aux maisons individuelles

#### 2014

- Règlement UE relatif aux GES fluorés (F-Gaz) et feuille de route pour la réduction des émissions d'ici 2050

#### 2015

- Création du cluster GEODEEP avec 2 fonds de garantie sur 4ans pour les projets EGS/volcaniques
- Création du Groupement d'Intérêt Scientifique Géodénergies
- Création du régime simplifié de la Géothermie de Minime Importance (GMI)
- Directives du Parlement Européen et du Conseil sur les exigences d'Ecodesign et d'Ecolabelling
- Obligation de réalisation des travaux d'installation des PAC par une entreprise RGE pour bénéficier d'aides publiques
- Publication du titre V " Géocooling " : Reconnaissance de la production de froid des PAC géothermiques par RT 2012

#### 2016

- Arrêté fixant les conditions de rémunération de l'électricité produite par la géothermie (complément de rémunération en guichet ouvert)
- Intégration au budget de l'État du financement du soutien aux EnR par l'intermédiaire du Compte d'Affectation Spéciale " Transition Énergétique "

#### 2017

- Arrêté du 16 août : Prise en compte du " Géocooling " dans le titre V de la RT 2012

#### 2019

- Décret relatif à la Loi ESSOC modifiant les principes de titres miniers d'exploratoire et d'exploitation
- Entrée en vigueur du décret Tertiaire

#### 2020

- Arrêté relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire
- Suppression du complément de rémunération à la géothermie
- Transformation progressive du CITE en MaPrimeRenov
- Plan France Relance : Enveloppe de 6,7 Mds€ pour la rénovation énergétique, dont 2 Mds€ pour le dispositif MaPrimeRenov (niveau du CITE 2017) dès 2021

#### 2021

- Suppression définitive du CITE
- MaPrimeRenov étendue à tous les ménages

#### 2022

- Restriction de MaPrimeRenov aux logements de plus de 15 ans uniquement (au lieu de 2 ans)
- Interdiction d'installer une chaudière à combustibles fossiles dont les émissions dépassent 300 gCO<sub>2</sub>/kWh dans les bâtiments existants au 1er juillet
- Application de la RE 2020 au 1er janvier

Depuis 2017<sup>65</sup>, le « géocooling » est désormais pris en compte dans la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012). Le géocooling consiste à utiliser directement la ressource en sous-sol afin de rafraîchir les bâtiments sans avoir recours à un groupe frigorifique intermédiaire.

De même, le décret de 2019<sup>66</sup> relatif à la Loi ESSOC<sup>67</sup> modifie les principes de titres miniers d'exploration et d'exploitation en enlevant la notion de température, et permet ainsi la coextraction de minéraux en solution.

### Aides financières pour les PAC géothermiques dans le secteur résidentiel

Disponible depuis le 1er avril 2018, le dispositif « Coup de Pouce Chauffage » a pour objectif d'inciter les ménages à remplacer leur installation de chauffage au charbon, au fioul, au gaz (hors chaudières à condensation) par, entre autres, une PAC de type eau/eau. Selon le revenu des ménages, cette prime varie entre 2 500 et 4 000 €.

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRénov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et prenant en compte les niveaux de revenus. Cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah). Réservée dans un premier temps aux propriétaires occupants, cette prime est accessible à tous les propriétaires et aux syndicats de copropriétaires depuis le 11 juillet 2021. Le montant de cette prime augmente pour la pose des PAC géothermiques : 4 000 € pour les revenus intermédiaires, 8 000 € pour les revenus modestes et 10 000 € pour les revenus les plus modestes.

Ce dispositif prévoit également un forfait « Rénovation globale » pour les ménages mettant en œuvre un bouquet de travaux permettant d'atteindre un gain énergétique minimal de 55 %. Le montant de la prime peut varier de 3 500 à 7 000€. Cette prime peut être couplée au « Bonus Bâtiment Basse Consommation » et au « Bonus sortie de passoire énergétique ». Les ménages n'étant pas éligibles à cette prime peuvent prétendre au dispositif « MaPrimeRénov Sérénité ».

L'aide MaPrimeRénov est cumulable non seulement avec l'aide « Coup de Pouce Chauffage », mais également avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %).

#### France, 1<sup>er</sup> consommateur de chaleur géothermique de l'UE en 2020

La France est le plus grand consommateur de chaleur issue de la géothermie de l'UE (2 341,9 GWh), devant les Pays-Bas (1 717,5 GWh), l'Italie (1 634,9 GWh), et la Hongrie (1 494,2 GWh).

En termes de production brute d'électricité géothermique, la France (DOM inclus) est le 4<sup>ème</sup> pays producteur de l'UE (17,1 MW installés et 133,2 GWhe produits), largement distancée par l'Italie (915,5 MW et 6,0 TWhe), le Portugal (34,0 MW et 217,2 GWhe) et l'Allemagne (47,0 MW et 231,0 GWhe).

Concernant les ventes de PAC géothermiques, l'écart entre la France et les autres pays européens reste important. En 2020, seules 3 005 PAC géo sont vendues en France, très loin derrière la Suède (23 760 unités), l'Allemagne (22 200 unités) et les Pays-Bas (19 350 unités).

Source : EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan

## Les acteurs de la filière de la géothermie

La réalisation des investissements dans la géothermie mobilise de nombreuses compétences industrielles : intégrateurs et développeurs, bureaux d'études, fabricants d'équipements, entreprises de forage et entreprises de construction (installateurs).

### Intégrateurs et développeurs

Les principaux intégrateurs et développeurs de projets géothermiques sont CFG Services (filiale du Bureau de Recherches Géologiques et Minières - BRGM ; 4,2 M€ de CA pour 17 salariés en 2020), Fonroche (avec une dizaine de projets en cours représentant 400 M€ d'investissement d'ici 2025), Teranov, Électerre de France, et ÉS-Géothermie.

### Bureaux d'études

Dans le domaine de la géothermie, les bureaux spécialisés réalisent des études de géosciences et des études thermiques.

**Géothermie de surface :** ARTELIA, EGEE Développement, Geosophy, GEOTHER, GPC Instrumentation Process, HYDRO INVEST, HydroGéologues Conseil, HYGÉO, S2T, STRATEGEO Conseil, ACCENTA, Amstein+Walthert, BatiMgie, I THERM CONSEIL

**Géothermie profonde :** Compagnie Française de Géothermie (CFG ; filiale du BRGM), TLS Geothermics

<sup>64</sup> Décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015 modifiant le décret n° 78-498 du 28 mars 1987 modifié relatif aux titres de recherche et d'exploitation de géothermie, le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains

<sup>65</sup> Arrêté du 16 août 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte du géocooling dans la réglementation thermique 2012

<sup>66</sup> Décret n° 2019-1518 du 30 décembre 2019 relatif aux titres d'exploration et d'exploitation des gîtes géothermiques

<sup>67</sup> Loi n° 2018-727 du 10 août 2018 pur un État au Service d'une Société de Confiance (ESSOC)

Plusieurs structures ont des activités à la fois sur la géothermie de surface et la géothermie profonde : BURGEAP, Antea Group, ECOMÉ Ingénierie, ERG, G<sup>2</sup>H Conseils, BYGéo, CEBI 45 (Climatique Énergie – Bâtiment et Industrie) et SERMET.

La mention « RGE Études » concerne les prestations d'études ou de maîtrise d'œuvre réalisées pour des bâtiments ou installations d'énergies renouvelables de taille conséquente. Concernant la géothermie, des qualifications sont délivrées par l'organisme de qualification de l'ingénierie OPQIBI (62 qualifiés en ingénierie d'installation de production utilisant l'énergie géothermique et 36 qualifiés en études des ressources géothermiques au 31 décembre 2021) et I.Cert.

## Fabrication des appareils

**Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel :** Parmi les fabricants de PAC géothermiques inférieures à 30 kW, on peut citer :

- En 2008, l'entreprise Sofath rejoint le groupe De Dietrich Remeha. Ce dernier fusionne avec le groupe Baxi en 2009 et devient BDR Thermea. Aujourd'hui, BDR Thermea est le 3<sup>ème</sup> fabricant d'appareils de chauffage en Europe, avec une présence dans une centaine de pays (CA de 404,2 M€ en France en 2020 pour 1 100 salariés).
- Depuis 2010, l'allemand Vaillant Group (2<sup>ème</sup> groupe de chauffage européen et représenté par la marque Vaillant en France pour les PAC géothermiques) dispose d'une ligne de production dans son usine de Nantes.
- Atlantic conçoit et fabrique la majorité de ses produits en France (CA de 2,2 Mds€ ; 10 000 collaborateurs). Le groupe possède 10 usines sur le territoire, fabriquant 5 millions d'appareils par an (PAC, CET, chaudière, chauffe-eau solaire) et employant 2 500 salariés.
- Le groupe suédois Nibe Industries reprend les activités commerciales de Technibel (CA de 2 Mds€ pour 18 000 employés dans le monde).

Conscientes du potentiel des systèmes de chauffage plus économes en énergie, les entreprises généralistes<sup>68</sup> sont entrées sur le marché des PAC en tant que fabricants ou importateurs : Viessmann, Muller, Weishaupt, Carrier, Climaveneta du Groupe Mitsubishi Electric, ainsi que les français Lemasson (CA de 4,9 M€ pour 40 salariés en 2020) et SDEEC (CA de 4,4 M€ pour 30 salariés). Les principaux fabricants européens de PAC géothermiques sont suédois (Nibe Heating) et allemands (Stiebel Eltron et Bosch à travers de nombreuses filiales).

**Géothermie de surface assistée par PAC dans les secteurs collectif et tertiaire :** Dans le domaine de la géothermie de surface, les principaux fournisseurs européens de pompes à chaleur géothermiques (PAC eau/eau) d'une puissance supérieure à 50 kW sont le suédois Nibe Heating, ainsi que les allemands Buderus, Bosch, Viessmann, Alpha Innotec, Waterkotte, Stiebel Eltron et Weishaupt.

En France, la CIAT (Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques<sup>69</sup>) est le principal fabricant de PAC de grande puissance (114,5 M€ de CA en 2020 et 810 salariés). D'autres fabricants existent sur ce marché : Carrier, Daikin, EnerTime, FrioTherm, et Lemasson.

**Géothermie profonde :** Plusieurs autres fournisseurs de biens et de services divers sont également présents pour la géothermie profonde en basse et haute énergie : turbines pour ORC (Organic Rankine Cycle), échangeurs de chaleur, tubes, systèmes et équipements en génie électrique et mécanique, et produits chimiques entre autres.

## Forages et sondages

En 2019, 365 entreprises sont spécialisées dans les forages et sondages<sup>70</sup>, avec un CA de 525,3 M€ et 1 950 effectifs salariés. La réduction d'activité essentiellement due à la faiblesse de l'exploration pétrolière.

Parmi les principales entreprises, on peut citer S.M.P (Société de Maintenance Pétrolière ; 50,2 M€ de CA en 2020) et Foragelec (9,4 M€ de CA pour une vingtaine de salariés). En février 2020, Entrepose Group cède la totalité des parts d'Entrepose Drilling (Compagnie de Forage Cofor) à Averno Group.

Un des objectifs du décret sur les gîtes GMI (entrée en vigueur en 2015) est d'apporter une simplification administrative, permettant une amélioration de la qualité des forages. En effet, les procédures de télé-déclaration ne sont possibles que si les travaux de forage sont réalisés par un foreur RGE QualiForage. Au 4 janvier 2021, l'association Quali'EnR regroupe seulement 65 entreprises qualifiées (27 sur forage nappe et 36 sur forage sonde), résultat identique à celui de l'année précédente.

## Label « Quali'EnR PAC » et certification « Qualibat » pour les installateurs

Pour la 8<sup>ème</sup> année consécutive, le nombre de qualifications RGE délivrées par l'association Quali'EnR dans le domaine des EnR est en hausse. Au 4 janvier 2021, l'association regroupe 8 280 entreprises qualifiées PAC (incluant à la fois les PAC géothermiques et les PAC aérothermiques).

<sup>68</sup> Fabricants de chaudières, de chauffage électrique et de ballons d'eau chaude sanitaire, climaticiens

<sup>69</sup> Racheté par le conglomérat industriel américain United Technologies (UTC) en 2015

<sup>70</sup> INSEE, Base ESANE, NAF 43.13Z Forages et sondages

Il existe également la certification Qualibat. Aujourd'hui, près de 65 000 entreprises ont cette certification, dont 45 190 professionnels Reconnu Garant de l'Environnement (contre 20 860 entreprises RGE en 2021<sup>71</sup>).

### Opérateurs et gestionnaires des réseaux de chaleur basés sur la géothermie

En dehors des collectivités locales et des sociétés d'économie mixte, les principaux opérateurs de réseaux de chaleur basés sur la géothermie profonde en basse énergie sont Dalkia (filiale d'EDF), ENGIE Solutions et Storengy (filiales d'Engie).

Dalkia France est un acteur majeur de la géothermie en Île-de-France, avec une trentaine de doublets géothermiques en exploitation alimentant plus de 100 000 équivalents-logements. À ce jour, Dalkia exploite 18 installations en géothermie profonde en basse énergie en Île-de-France et 36 installations en géothermie de surface en France.

ENGIE Solutions fournit 35 % de la chaleur renouvelable d'origine géothermique en Île-de-France à travers 10 réseaux alimentant l'équivalent de 60 000 logements. En janvier 2017, les deux filiales d'Engie – Engie Solutions et Storengy – remportent la délégation de service public pour le nouveau réseau de chaleur basé sur la géothermie profonde basse énergie de la Plaine Rive Droite (Métropole de Bordeaux), réseau répondant à terme à 82 % des besoins de chaleur. ENGIE est notamment présent à l'international pour des projets de production d'électricité (Indonésie, Mexique).

À côté de ces deux principaux groupes, il existe d'autres opérateurs dont les réseaux de chaleur et de froid mobilisent des ressources géothermiques : Idex gère 50 réseaux de chaleur et de froid (890 M€ de CA pour 3 600 personnes) et Coriance gère 37 réseaux de chaleur et de froid et dispose de 28 puits de géothermie (CA de 172 M€). On peut également citer Électricité de Strasbourg (Soultz-Sous-Forêts) et ECOGI (dit Roquette-Frères ; Rittershoffen) dans l'électricité et la chaleur, ainsi que Fonroche (Vendenheim-Reichstett, 1<sup>ère</sup> centrale de cogénération électricité-vapeur en France, mise en service repoussée à fin 2022 suite à des épisodes sismiques).

## Situation du marché et de l'emploi

Dans cette partie, on distingue :

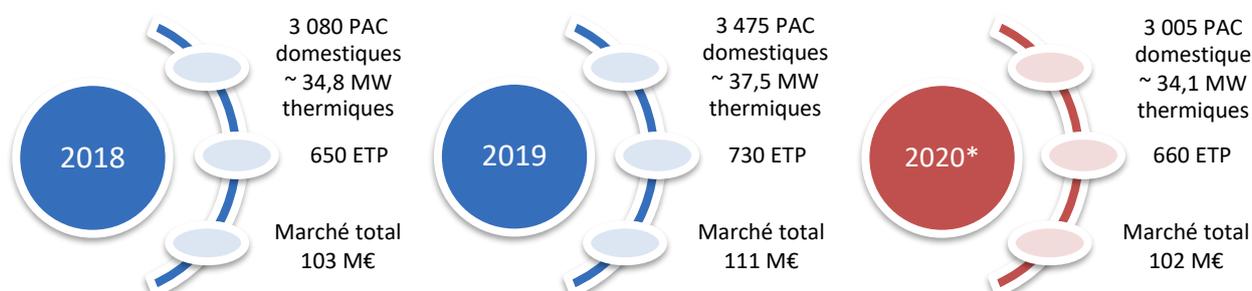
- La géothermie de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel
- La géothermie de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur collectif-tertiaire
- La géothermie profonde « basse énergie » (valorisation directe en chaleur)
- La géothermie profonde « haute énergie » (électrique et en cogénération)

### Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel

Les ventes de PAC géothermiques chez les particuliers, destinées de plus en plus à la rénovation, sont en baisse depuis une dizaine d'années. Il se vendait près de 22 000 PAC géo dans le secteur résidentiel en 2008. Après une reprise des ventes de 13 % en 2019 (3 475 unités), les ventes rebaissent à nouveau à 3 005 unités en 2020, l'équivalent de 34,1 MW thermiques<sup>72</sup>. Cette baisse concerne tous types de PAC géo, avec -11 % pour les PAC sol/sol et sol/eau et -14 % pour les PAC eau/eau.

Malgré une augmentation de 4 % des prix moyens sur deux ans, les investissements (exportations comprises) suivent le rythme des ventes et passent de 76 M€ en 2018 à 84 M€ en 2019 et 74 M€ en 2020. Il en est de même pour les emplois associés : 430 ETP en 2018, 500 ETP en 2019 et 430 ETP en 2020. Sur l'année 2020, la fabrication des équipements destinés à l'exportation nécessite une dizaine d'emplois. Les emplois de distribution, d'installation et de forage représentent 88 % des emplois d'investissement.

Le parc des PAC géo installées dans le secteur résidentiel est estimé à plus de 187 000 unités en 2020. Le marché correspondant à l'entretien et la maintenance de ce parc s'élève à 28 M€ (en hausse de 2 % par rapport à 2019), marché employant 230 emplois.



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

<sup>71</sup> <https://data.ademe.fr/reuses/nombre-d-entreprises-rge>

<sup>72</sup> Observ'ER (2021), Suivi du marché et des prix 2020 des pompes à chaleur individuelles

## Géothermie de surface assistée par PAC dans les secteurs collectif et tertiaire

En 2020, la géothermie de surface dans les secteurs collectif-tertiaire représente 32 % de la puissance thermique installée de la filière. Elle concerne les installations jusqu'à 200 mètres de profondeur où la température est généralement inférieure à 20 °C. Présentant de bonnes performances énergétiques et environnementales, ce système est composé de 3 dispositifs :

- Dispositif de captage permettant d'exploiter la ressource via des capteurs variés (capteur horizontal, doublet de forage sur nappe phréatique, sonde géothermique verticale, champ de sondes, échangeurs compacts, corbeilles et mur géothermiques, fondations thermoactives, systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées et l'eau de mer<sup>73</sup>) ;
- Dispositif permettant d'ajuster (augmenter ou diminuer selon le dispositif) la température du fluide caloporteur (PAC géothermique) ;
- Dispositif de régulation (contrôle, commande) permettant d'assurer la production souhaitée et le bon fonctionnement entre les dispositifs.

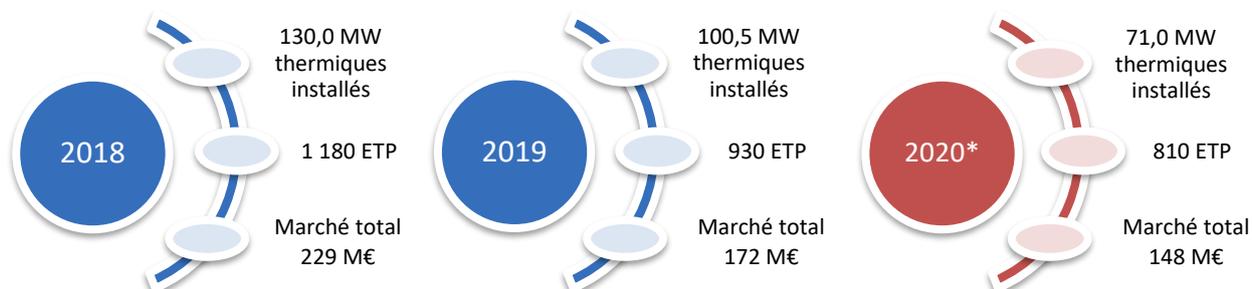
Ce système permet de couvrir des besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS), de climatisation et de rafraîchissement des bâtiments neufs ou rénovés.

Quant au géocooling, il permet de rafraîchir directement un bâtiment avec un rendement élevé (40 kWh de froid pour 1 kWh électrique utilisé) sans faire fonctionner la PAC. À une profondeur de 10 à 200 mètres, la température du sous-sol est stable et inférieure à 20 °C. Le système de PAC en « Thermo-Frigo-Pompe ; TFP » est capable, avec le même équipement, de produire simultanément du chauffage et de la climatisation. Le rendement du mode TFP est très élevé, 8 à 12 kWh de chaud et de froid pour 1 kWh électrique utilisé. La récupération de chaleur sur eaux usées ou eau de mer est également en développement, y compris pour les applications de froid.

Dans cette rubrique, on se limite aux appareils posés dans les habitats collectifs, les services et autres activités productives.

Selon les études de filière de l'AFPG, les mises en service diminuent dès 2018, passant de 130 MW thermiques à 100,5 MWth en 2019 et 71 MWth en 2020. Les investissements nécessaires (y compris pour les exportations) diminuent de 23 % en moyenne par an entre 2018 (206 M€) et 2020 (121 M€). Les emplois associés suivent la même tendance (fabrication, distribution et installation des équipements, travaux de forages) et passent de 990 ETP en 2018 à 580 ETP en 2020, soit une baisse de 23 % en moyenne par an.

La production de chaleur issue de la géothermie de surface, essentiellement autoconsommée, n'est pas valorisée dans la présente fiche. Seuls les services de maintenance et d'entretien des équipements sont pris en compte. En 2020, ce marché s'élève à 27 M€ pour un parc de plus de 13 660 installations et 230 emplois.



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

## Géothermie profonde « basse énergie »

Cette technologie utilise directement la chaleur des aquifères profonds (de 800 à 2 000 mètres) afin de chauffer un ensemble d'immeubles ou un quartier à travers un réseau de chaleur ou d'apporter de la chaleur pour des usages agricoles et industriels. Certains réseaux de froid puisent également leur source renouvelable dans des ressources aquifères.

En France, les principales opérations de géothermie destinées au chauffage urbain sont réalisées entre 1982 et 1986 après le 2<sup>ème</sup> choc pétrolier. À ses débuts, la filière a dû faire face à des difficultés techniques dues, en particulier, à l'agressivité du fluide géothermal exploité provoquant la corrosion des tubages des forages conjuguées, ainsi qu'à des problèmes de rentabilité<sup>74</sup>. La chute du cours du pétrole et le recul progressif de l'inflation à partir du milieu des années 80 sont les principales causes de cette baisse de rentabilité, entraînant la fermeture de certaines installations. De 1987 à 2007, seules trois installations de géothermie profonde sont installées en région Aquitaine.

Malgré ces difficultés, 2/3 des installations réalisées à cette époque sont toujours en fonctionnement aujourd'hui. La France dispose de gisements géothermiques très favorables situés essentiellement dans le bassin parisien, en Aquitaine

<sup>73</sup> Les techniques développées (hormis le captage) sont les mêmes que celles de la géothermie de surface. Ainsi, ces projets sont intégrés dans le Fonds Chaleur Renouvelable de l'ADEME dans la rubrique « Géothermie ».

<sup>74</sup> Financées sur emprunt aux taux élevés en vigueur de l'époque, ces installations avaient leurs recettes indexées sur le cours des énergies fossiles.

et en Alsace. La géothermie profonde basse énergie est ainsi la 1<sup>ère</sup> énergie renouvelable développée en région Île-de-France. Cette région concentre la plus grande densité au monde de telles installations exploitant le même aquifère profond. En 2006, on compte 60 unités exploitant des aquifères profonds, dont 34 réseaux de chaleur urbains et 26 opérations diverses (chauffage de serres, piscines).

À partir de 2009, la filière connaît un regain d'activité avec la réalisation et la mise en exploitation de près de 40 installations nouvelles ou réhabilitées entre 2010 et 2020 (European Geothermal Energy Council - EGEC, AFIG). L'outil déterminant pour le développement de la géothermie profonde basse énergie est l'existence du dispositif de couverture du risque géologique et hydrogéologique, en place depuis le début des années 1980. Géré par la SAF Environnement (filiale de la CDC - Caisse des Dépôts et Consignations) à la demande de l'ADEME (propriétaire des Fonds de garantie), ce dispositif est composé de deux volets :

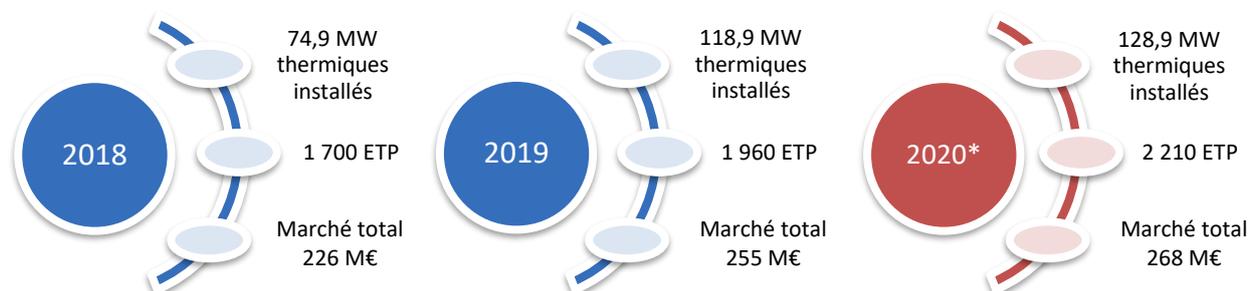
- Un volet « court terme », garantissant la mise en service d'un réservoir profond avec un couple débit/température prévisionnel permettant le remboursement jusqu'à 90 % d'un forage géothermique en cas d'échec total (maximum 65 % d'indemnisation et un éventuel complément de 25 % par la région) ;
- Un volet « long terme », permettant d'assurer les opérations en exploitation contre le risque d'appauvrissement de la ressource géothermique en termes de débit et/ou de température pendant 20 ans.

Par ailleurs, la géothermie profonde basse énergie n'aurait pu se déployer aussi fortement sans la mise en place du Fonds Chaleur de l'ADEME. Ce fonds subventionne les opérations de géothermie profonde basse énergie à un niveau d'environ 20 à 25 % des coûts d'investissement.

Selon les études de filière de l'AFIG, les mises en service augmentent dès 2018, passant de 74,9 MW thermiques à 118,9 MWth en 2019 et 128,9 MWth en 2020. Les investissements nécessaires augmentent de 12 % en moyenne par an entre 2018 (150 M€) et 2020 (188 M€). Les emplois associés suivent le rythme des investissements (fabrication, travaux de forages, études préalables) et passent de 600 ETP en 2018 à 740 ETP en 2020, soit une hausse de 11 % en moyenne par an.

Avoisinant 1 140 GWh en 2010, la production de chaleur issue de la géothermie profonde de basse énergie dépasse les 1 440 GWh en 2013, sous l'effet des nouvelles réalisations (SDES, Suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables). En 2020, la chaleur produite est de 2 267,3 GWh, pour une valeur marchande de 80,5 M€. Les emplois d'exploitation des installations et de la vente de chaleur s'élèvent à 1 470 ETP.

**Note :** La production de chaleur des installations géothermiques profonde basse énergie (SDES) prend également en compte la chaleur issue des unités géothermiques profonde haute énergie (en cogénération).



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

## Géothermie profonde « haute énergie »

La géothermie profonde haute énergie (électrogène) permet de produire de l'électricité à partir de sources de vapeur d'eau profondes. Si les caractéristiques naturelles sont suffisantes (zone volcanique active), la géothermie profonde haute énergie permet non seulement de valoriser l'énergie sous forme de chaleur, mais aussi de faire de la cogénération en produisant de l'électricité en même temps que de la chaleur. Sans ces caractéristiques, le recours à une technologie en milieu discontinu de type EGS (Enhanced Geothermal System) est nécessaire.

En France, la géothermie profonde de haute énergie concerne 4 centrales : une en géothermie volcanique (Bouillante) et trois en technologie EGS (Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen mises en service en 2016 ; Vendenheim-Reichstett avec une mise en service éventuelle en 2022).

### Géothermie volcanique

La géothermie profonde de haute énergie classique exploitée dans les zones volcaniques permet de produire de l'électricité à partir de vapeur au moyen d'une turbine.

Après un renforcement de l'unité 2 en 2005, la capacité de la centrale Bouillante (Guadeloupe) est de 15 MW électriques. Après une période de production élevée (86,5 GWh en moyenne entre 2006 et 2009), sa production baisse fortement pour n'atteindre que 16,2 GWh en 2010, baisse liée à des difficultés techniques et des phénomènes conjoncturels entre autres. La rénovation de l'unité 1 commence en 2013, pour une mise en service en 2014. L'investissement réalisé de 4,4 M€ permet une production de 83,1 GWh en 2014. En 2016, le BRGM vend ses parts dans la centrale à l'américain Ormat. En

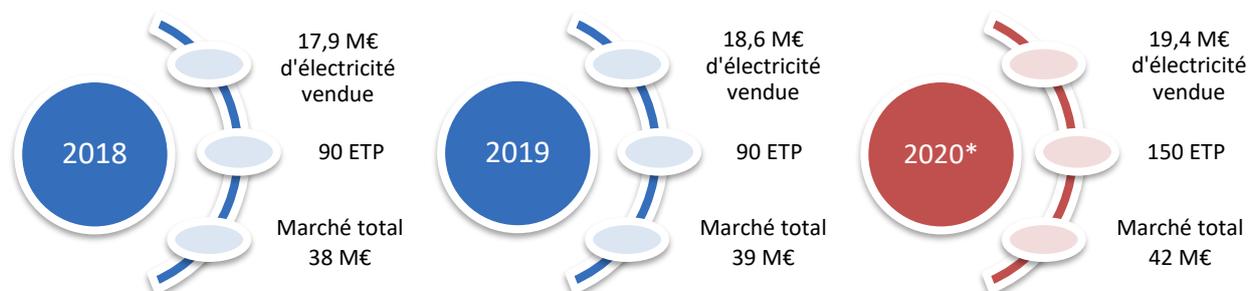
2020, l'unité retrouve un niveau de production élevé avec 109,5 GWh (Observatoire Régional Énergie-Climat Guadeloupe).

### Enhanced Geothermal System

La période de 2000 à 2006 voit la finalisation du programme d'expérimentation de géothermie profonde de Soultz-sous-Forêts en Alsace. Un premier forage injecte de l'eau à 5 000 m de profondeur. Lors de sa circulation dans les roches naturellement fracturées, cette eau chauffée est récupérée par deux forages et cède sa chaleur, en surface, à un fluide secondaire qui actionne une turbine produisant de l'électricité. Refroidie par le premier forage, l'eau est par la suite réinjectée. Une centrale pilote de 1,5 MW est mise en service début 2008 et permet la validation industrielle de cette nouvelle technologie qui élargit considérablement les zones de production potentielle d'électricité et de chaleur haute température à partir de ressources géothermiques. La centrale est revampée en 2015 et inaugurée en 2016 (puissance thermique de 11,4 MWth et puissance électrique de 1,7 MWe). Le coût de ce renouvellement s'élève à 11 M€.

Les acquis du projet permettent par la suite de valider la technologie EGS, qui est notamment employée dans la centrale de Rittershoffen<sup>75</sup>. Inaugurée en 2016 pour un investissement de 55 M€, cette centrale d'une puissance de 24 MWth alimente en chaleur l'usine de transformation d'amidon Roquette-Frères.

Menée par l'industriel Fonroche, la 1<sup>ère</sup> centrale géothermique en cogénération à Vendenheim-Reichstett représente un investissement total de plus de 100 M€ (10 M€ dédiés à l'exploration, 40 M€ au forage de deux puits, et 50 M€ pour la construction et le raccordement de la centrale). Les résultats du 1<sup>er</sup> forage réalisés en 2017/18 sont concluants. Un 2<sup>ème</sup> forage est lancé en 2019. Selon les retours de la Direction de mission TERRE (Transition Énergétique, Renouvelables, Réseaux d'Énergie) de l'Eurométropole de Strasbourg, une demande de clause définitive du site (qui est achevé à 95 % en 2021) est déposée par la Préfecture. Cette situation déclenche ainsi un contentieux entre l'opérateur et l'État. Il est très compliqué de prévoir l'avenir de l'installation. D'une puissance totale de 40 MWth et 9 MWe, sa mise en service éventuelle est repoussée à fin 2022.

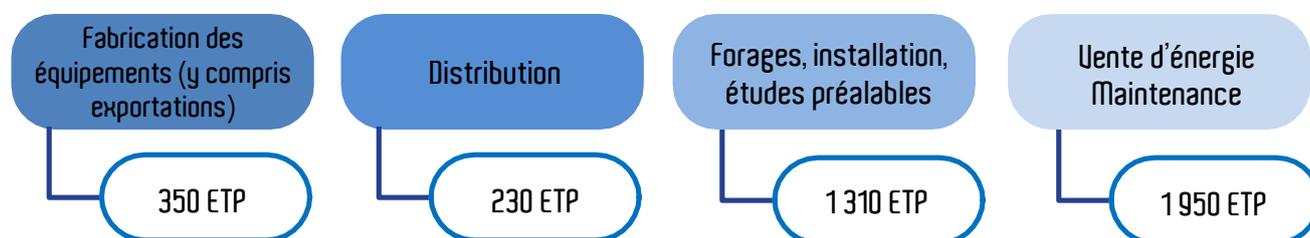


\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Filière d'une valeur de 560 M€ en 2020, employant 3 830 emplois directs

En 2020, le marché total des quatre filières géothermiques s'élève à 560 M€, dont 403 M€ pour la réalisation des investissements intérieurs, 155 M€ pour la valeur de l'énergie vendue et des services d'exploitation-maintenance des installations, et 2 M€ pour l'exportation d'équipements.

Les emplois s'élèvent à 3 830 ETP, dont 1 870 ETP associés à la réalisation des investissements intérieurs, 1 950 ETP pour la production d'énergie marchande et les services d'exploitation-maintenance des installations, et 20 ETP pour la fabrication des équipements destinés à l'export.



**Note :** Ces marchés et emplois n'incluent ni les effectifs des organismes de R&D (BRGM, universités, entreprises), ni les activités d'études, d'ingénierie et de travaux à l'exportation, ni ceux correspondants aux travaux d'explorations liés aux permis de recherche pour lesquels aucune donnée n'a pu être recueillie.

<sup>75</sup> Rassemblant Électricité de Strasbourg (ES), Exploitation de la Chaleur d'Origine Géothermale pour l'Industrie (ECOGI, dit Roquette-Frères) et la Caisse des Dépôts et Consignations, ce projet est soutenu par l'ADEME et la Région Grand-Est.

# Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur à partir de la géothermie à horizon 2023 et 2028.

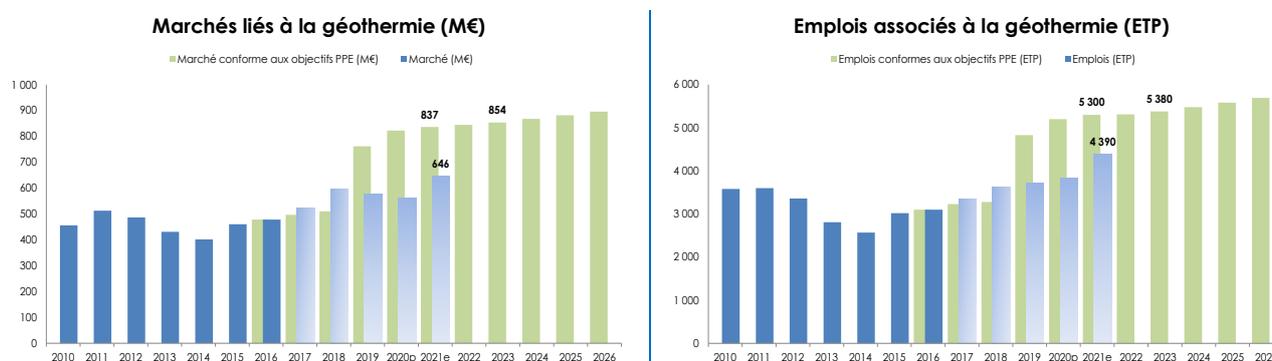
## Production thermique à partir de la géothermie (TWh)

	2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
PAC géothermiques *	3,1	4,6	5	7
Géothermie profonde	2,0	2,9	4	5,2

(\*) Secteur résidentiel et secteur collectif-tertiaire

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

- Pour les maisons individuelles, le scénario « haut » en 2028 correspond à un parc de 315 000 PAC géothermiques (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023). Avec un parc de plus de 180 530 PAC en 2018, cela représente la pose de 13 450 PAC supplémentaires en moyenne chaque année entre 2019 et 2028, l'équivalent de 151,9 MW thermiques par an (source Observ'ER).
- Pour la production de chaleur via la géothermie de surface dans le secteur collectif-tertiaire, le scénario « haut » en 2028 correspond à un parc de 1 000 logements collectifs par an équipés d'une PAC géo. Pour le tertiaire, on estime à environ 730 unités le nombre de PAC à installer chaque année entre 2019 et 2028. Ainsi, ce sont 1 730 PAC supplémentaires à installer chaque année entre 2019 et 2030, l'équivalent de 121,9 MW thermiques par an (source AFPG).
- Concernant la géothermie profonde, on fait l'hypothèse qu'aucun nouvel investissement ne sera réalisé dans des projets EGS (géothermie profonde haute énergie). La PPE revient sur le tarif d'achat de l'électricité géothermique EGS de façon à ce que tout nouveau projet à compter de 2020 ne pourra plus en bénéficier. Par conséquent, on attribue l'intégralité de l'objectif moyen 2028 en géothermie profonde, à savoir une production de 4,6 TWh, à des installations profondes en basse énergie, soit plus du double de la production de chaleur en 2018 (2,1 TWh ; SDES). Pour cela, on estime à 38,5 MW thermiques les mises en service supplémentaires à réaliser chaque année entre 2019 et 2028 (source AFPG).
- Pour la géothermie profonde haute énergie, seule l'éventuelle mise en service de l'unité de Vendenheim-Reichstett en Grand-Est fin 2022 est prise en compte. Pour rappel, 95 % des investissements sont déjà réalisés en 2021.



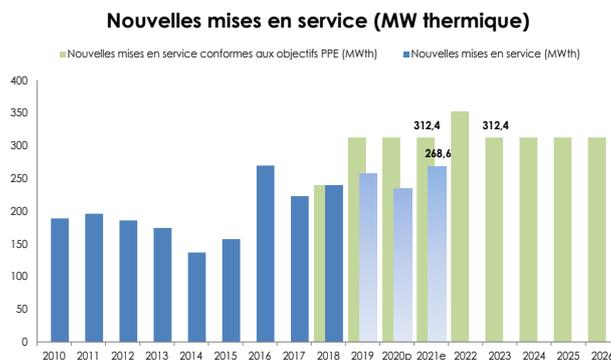
(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

Le marché total de la géothermie est estimé à 837 M€ en 2021 et 854 M€ en 2023. En 2023, les investissements s'élèvent à 627 M€ et l'exploitation-maintenance à 227 M€. Les emplois atteindraient 5 380 ETP en 2023 : 3 330 ETP pour la réalisation des investissements et 2 050 ETP pour l'exploitation des unités de production et à la maintenance de l'ensemble des PAC installées.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE : 646 M€ et 4 390 ETP pour la tendance, 837 M€ et 5 300 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à mettre en service annuellement selon chaque cas de figure. On se base sur le bilan 2021 d'Uniclimate en ce qui concerne l'évolution des ventes de PAC géo dans le secteur résidentiel. Pour la géothermie de surface dans les secteurs collectif et tertiaire, ainsi que la géothermie profonde basse énergie (avec des investissements réalisés sur trois ans avant mise en service), on se base sur les études de filière de l'AFPG. Au final, les nouvelles mises en service s'élèvent à 268,6 MW thermiques. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait mettre en service 312,4 MW thermiques cette même année (16 % de plus).



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la filière

### Un potentiel important et des perspectives encourageantes

#### Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel

En juillet 2020, le 5<sup>e</sup> conseil de défense écologique annonce l'interdiction d'installer des chaudières à fioul à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2022. Ces dernières seront interdites dans les logements neufs et devront être remplacées par un équipement plus performant (chaudières à gaz à haute performance, chaudière à granulés, pompe à chaleur) en cas de remplacement d'anciens appareils. Le remplacement n'est pas obligatoire et il sera toujours possible de réparer le dispositif. Néanmoins, cette mesure devrait replacer les PAC géothermiques comme solution de chauffage durable pour les ménages.

#### Géothermie de surface assistée par PAC dans les secteurs collectif-tertiaire

La simplification des procédures (GMI), la hausse des projets aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME, ainsi que la hausse des prix des produits pétroliers vont dans le sens d'une augmentation de l'activité. En 2021, près de 80 projets de géothermie (hors aquifère profond) sont aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME, pour un investissement de 71,5 M€. Ces projets se traduisent à terme par la production de 53,4 GWh de chaleur renouvelable supplémentaire sur l'année.

Selon les professionnels<sup>76</sup>, il est important de soutenir davantage l'information et la formation des collectivités locales sur les avantages des PAC sur mur géothermique mutualisé. L'emprise au sol est minime car un seul forage est suffisant pour traiter les besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de rafraîchissement d'une habitation de 200 m<sup>2</sup> selon la réglementation thermique en vigueur. Depuis 2022, le Fonds Chaleur de l'ADEME élargit ses aides à ces installations.

Le décret « Tertiaire<sup>77</sup> » sur les obligations d'actions de réduction de la consommation énergétique finale dans les bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m<sup>2</sup> va également dans le sens d'une croissance de la filière. L'objectif est de diminuer la consommation d'énergie finale des bâtiments concernés de 40 % en 2030 et 60 % en 2050 via des travaux de rénovation, l'installation d'équipements performants, la modification des modalités d'exploitation du bâtiment ou du comportement des utilisateurs.

#### Géothermie profonde basse énergie

L'impulsion donnée à partir des années 2010 ne devrait pas diminuer. La géothermie profonde basse énergie devrait également jouer un rôle important dans le verdissement des réseaux de chaleur fossiles.

En 2021, 3 projets de géothermie en aquifère profond sont aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME, pour un investissement de 53,2 M€ et une production de 255,1 GWh de chaleur renouvelable supplémentaire sur l'année.

#### Géothermie profonde haute énergie

Selon l'étude de filière de l'AFPAC (2021), 11 Permis Exclusif de Recherche (PER) pour phase d'exploration sont actuellement délivrés en France métropolitaine et 3 PER dans les départements et régions d'Outre-mer. Si l'ensemble de ces projets se réalisent, la puissance totale du parc en France s'élèverait à 166 MWe d'ici 2028.

Cependant, il existe plusieurs incertitudes concernant l'aboutissement de ces projets : compétitivité de la filière sur le prix de production de l'électricité par réduction des coûts de construction, ressource géothermale et sa capacité à développer des co-produits (tel le lithium). Les récents épisodes sismiques sont également à prendre en compte, retardant plusieurs travaux d'exploration et de forages en cours, notamment en région Grand-Est (projets Fonroche : raccordement des unités Hurtigheim et Eckbolsheim à l'unité de Vendenheim-Reichstett et projet Illkirch). La suppression, dans le cadre de la PPE, du complément de rémunération pour les sites géothermiques fixé en 2016 ne va pas également

<sup>76</sup> Source : Communication interne de l'AFPAC, Daikin et Cerise Techniques

<sup>77</sup> Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire ; Arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire

dans le sens du développement de la filière. Comme évoqué précédemment, aucun objectif n'est fixé par la PPE pour la géothermie profonde en cogénération.

### Mesures de soutien de la PPE

#### Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel

- Pérenniser les soutiens via MaPrimeRénov' pour les PAC géothermiques et les PAC air/eau, en visant le même ordre de grandeur de reste à charge pour l'une ou l'autre de ces deux solutions

#### Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur collectif-tertiaire

- Soutenir la géothermie assistée par pompe à chaleur, ainsi que les projets de froid renouvelable par géothermie via le Fonds Chaleur ;
- Avec le soutien de l'ADEME, mettre en place une animation locale, avec au moins un animateur spécialiste de la géothermie par région ;
- Permettre une participation du Fonds Chaleur au financement de cartographies régionales pour la Géothermie de Minime Importance (GMI), et le cas échéant au financement d'aides à la décision sur la rentabilité économique de la ressource géothermique de surface.

#### Géothermie profonde

- Soutenir l'investissement en géothermie, en réseaux de chaleur et de froid géothermique, solutions de stockage de chaleur par géothermie, par le Fonds chaleur ;
- Pérenniser le Fonds de garantie de la Société Auxiliaire de Financement (SAF) et l'adapter le cas échéant afin de développer le potentiel de nouveaux aquifères peu connus en fonction des conclusions de l'étude de dimensionnement menée par l'ADEME ;
- Modifier le code minier pour mentionner explicitement la production de froid par géothermie.

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

# Résultats détaillés

## Marchés liés à la géothermie

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	61	84	52	48	44	39	32	48	49	48	55	61	65
Importations d'équipements	17	25	51	47	38	30	28	23	22	22	27	16	18
Distribution des équipements	89	104	60	60	50	43	32	31	29	30	32	30	26
Forages, installation, études préalables	268	315	214	253	240	204	200	248	249	274	316	313	295
<b>Total des investissements</b>	<b>435</b>	<b>527</b>	<b>376</b>	<b>408</b>	<b>373</b>	<b>317</b>	<b>293</b>	<b>350</b>	<b>349</b>	<b>375</b>	<b>430</b>	<b>420</b>	<b>403</b>
<b>Exploitation-maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>49</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>93</b>	<b>92</b>	<b>96</b>	<b>112</b>	<b>133</b>	<b>143</b>	<b>153</b>	<b>155</b>
Vente d'énergie	38	43	37	45	47	59	55	57	70	87	94	100	100
Maintenance	11	18	24	28	31	34	36	39	42	46	50	53	55
<b>Marché intérieur *</b>	<b>483</b>	<b>588</b>	<b>437</b>	<b>481</b>	<b>451</b>	<b>410</b>	<b>385</b>	<b>446</b>	<b>461</b>	<b>507</b>	<b>573</b>	<b>573</b>	<b>558</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	43	42	19	33	36	21	17	15	18	17	22	4	2
<b>Marché total **</b>	<b>526</b>	<b>630</b>	<b>456</b>	<b>513</b>	<b>486</b>	<b>431</b>	<b>402</b>	<b>461</b>	<b>478</b>	<b>524</b>	<b>595</b>	<b>577</b>	<b>561</b>
<b>Production **</b>	<b>509</b>	<b>605</b>	<b>405</b>	<b>466</b>	<b>448</b>	<b>401</b>	<b>374</b>	<b>438</b>	<b>457</b>	<b>502</b>	<b>568</b>	<b>560</b>	<b>543</b>

(\*) Marché intérieur : Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes intérieures d'énergie

(\*\*) Marché total = Marché intérieur + Exportations ; Production = Marché total – Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Marché total par type de géothermie

M€	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Surface – Secteur résidentiel	474	533	301	262	220	179	122	117	100	101	103	111	102
PAC sol/sol	214	174	81	39	26	18	18	16	14	15	15	15	14
PAC sol/eau	79	59	34	32	37	33	18	17	15	16	15	16	15
PAC eau/eau	181	301	186	191	157	128	86	84	71	71	73	80	73
Surface – Secteur collectif-tertiaire	12	52	109	184	178	155	163	175	198	213	229	172	148
Profonde basse énergie	29	36	45	62	72	73	95	136	155	181	226	255	268
Profonde haute énergie	11	9	1	6	16	23	22	32	25	29	38	39	42
<b>Marché total</b>	<b>526</b>	<b>630</b>	<b>456</b>	<b>513</b>	<b>486</b>	<b>431</b>	<b>402</b>	<b>461</b>	<b>478</b>	<b>524</b>	<b>595</b>	<b>577</b>	<b>561</b>

## Emplois associés à la géothermie

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	410	370	340	310	300	260	210	300	280	270	290	330	330
Distribution des équipements	910	1 220	970	750	620	430	320	290	260	270	280	270	230
Forages, installation, études préalables	1 700	1 930	1 320	1 460	1 270	980	910	1 230	1 190	1 290	1 380	1 360	1 310
<b>Total</b>	<b>3 020</b>	<b>3 530</b>	<b>2 630</b>	<b>2 520</b>	<b>2 190</b>	<b>1 670</b>	<b>1 440</b>	<b>1 820</b>	<b>1 730</b>	<b>1 830</b>	<b>1 950</b>	<b>1 950</b>	<b>1 870</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>730</b>	<b>780</b>	<b>820</b>	<b>860</b>	<b>910</b>	<b>990</b>	<b>1 020</b>	<b>1 080</b>	<b>1 250</b>	<b>1 390</b>	<b>1 530</b>	<b>1 740</b>	<b>1 950</b>
Vente d'énergie	620	620	630	630	660	710	720	760	900	1 010	1 120	1 300	1 490
Maintenance	110	160	190	240	250	280	290	330	350	380	420	440	460
<b>Liés au marché intérieur</b>	<b>3 750</b>	<b>4 300</b>	<b>3 450</b>	<b>3 390</b>	<b>3 100</b>	<b>2 650</b>	<b>2 450</b>	<b>2 910</b>	<b>2 980</b>	<b>3 220</b>	<b>3 480</b>	<b>3 690</b>	<b>3 820</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>290</b>	<b>180</b>	<b>120</b>	<b>220</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>4 040</b>	<b>4 480</b>	<b>3 580</b>	<b>3 600</b>	<b>3 360</b>	<b>2 810</b>	<b>2 570</b>	<b>3 020</b>	<b>3 100</b>	<b>3 340</b>	<b>3 620</b>	<b>3 710</b>	<b>3 830</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois totaux par type de géothermie

ETP	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
Surface – Secteur résidentiel	3 330	3 560	2 320	1 880	1 570	1 120	760	780	670	670	650	730	660
PAC sol/sol	1 570	1 210	620	260	170	120	120	110	100	100	90	100	90
PAC sol/eau	550	400	260	200	230	210	110	110	100	100	100	110	100
PAC eau/eau	1 210	1 960	1 450	1 410	1 160	790	530	560	470	470	460	520	470
Surface – Secteur collectif-tertiaire	80	300	590	990	960	830	840	970	1 060	1 130	1 180	930	810
Profonde basse énergie	600	610	650	720	770	790	910	1 130	1 310	1 450	1 700	1 960	2 210
Profonde haute énergie	30	20	20	20	60	70	70	150	70	90	90	90	150
<b>Total des emplois</b>	<b>4 040</b>	<b>4 480</b>	<b>3 580</b>	<b>3 600</b>	<b>3 360</b>	<b>2 810</b>	<b>2 570</b>	<b>3 020</b>	<b>3 100</b>	<b>3 340</b>	<b>3 620</b>	<b>3 710</b>	<b>3 830</b>

## Parc des installations et des unités ; Production d'énergie

Parc	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Surface – Secteur résidentiel MWth	204,8	660,4	962,9	1 078,7	1 170,2	1 244,0	1 295,1	1 343,3	1 382,2	1 420,7	1 455,5	1 493,1	1 527,2
Surface – Secteur collectif-tertiaire MWth	5,1	37,5	116,0	196,1	270,3	339,0	414,5	499,9	600,1	715,2	845,2	945,7	1 016,7
Profonde basse énergie MWth	0,0	0,0	8,0	8,0	28,0	59,8	69,8	93,3	188,2	257,4	332,3	451,3	580,1
Profonde haute énergie MWth	-	-	-	-	-	-	-	-	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4
Profonde haute énergie MWe	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
Production électricité GWh	86,7	99,1	16,2	62,2	56,5	90,2	83,1	91,9	97,6	133,1	127,0	128,5	128,5
Production thermique GWh	1 093,0	1 116,3	1 139,5	1 186,0	1 244,2	1 441,9	1 383,7	1 418,6	1 688,2	1 978,0	2 129,7	2 267,3	2 267,3

(\*) MWe = puissance électrique ; MWth = puissance thermique

Sources : Estimation In Numeri selon Observ'ER ; AFGP (2011, 2013, 2015, 2019, 2021), La géothermie en France, Étude de filière ; EGE, Rapport 2016 des journées de la géothermie ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur ; ADEME et BRGM, Rapports 2019 (RP-69577-FR et RP-68601-FR) ; SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables (Bilan des EnR) et Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables

**Note :** Cette année, l'ancienne fiche « PAC domestiques et CET » est divisée en deux :

1. Les résultats relatifs aux PAC géothermiques dans le secteur résidentiel (sol/sol, sol/eau et eau/eau) sont dorénavant présentés dans la présente fiche « Géothermie ».
2. Les résultats relatifs aux PAC aérothermiques (air/eau et air/air) et aux chauffe-eau thermodynamiques (CET) posés chez les particuliers sont présentés dans une fiche à part (PAC aérothermiques domestiques et CET).

Par conséquent, cette fiche présente les résultats de quatre types d'installations et d'unités géothermiques : Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel ; Géothermie de surface assistée par PAC dans le secteur collectif-tertiaire ; Géothermie profonde basse énergie ; Géothermie profonde haute énergie. Ainsi, il n'est pas possible de comparer directement les résultats de cette édition avec ceux des années précédentes.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements M€</b>			
De surface – PAC dans secteur résidentiel	Ventes x Prix unitaire		
Ventes ; Prix unitaire (€/PAC)		Observ'ER	***
Marge de distribution		Réseaux de distribution (%) : Observ'ER Taux de marge sur achats (%) : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	***
Coût de forage (€/PAC)		AFPG ; Observ'ER ; ADEME, Fonds Chaleur	**
De surface – PAC dans secteur collectif-tertiaire	Puissance installée x Prix unitaire		
Puissance (MW)		AFPG, La géothermie en France, Études de marché ; EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie	**
Prix unitaire (€/PACg)		ADEME, Bilans FC ; Observ'ER	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, installation	AFPG (2011), La géothermie en France, Étude de marché	*
Profonde basse énergie	Puissance installée x Prix unitaire		
Puissance (MW)		EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie ; AFPG, La géothermie en France, Études de marché ; ADEME-BRGM	**
Prix unitaire (M€/MW)		H. Prévot (2006), Les réseaux de chaleur C. Boissavy (2014), Les géothermies en France, Rapport AFPG INSEE, Indice TP04, IdBank 1688280-1710990	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, études	Estimation In Numeri	*
Profonde haute énergie			
Investissements et décomposition (M€)	Equipements, forages, études	Sites officiels ; Communiqués de presse ; Communications de l'Eurométropole de Strasbourg	***
<b>Fabrication (M€)</b>	Équipements : Marché intérieur + Exportations – Importations		
De surface – PAC dans secteur résidentiel			
Marché intérieur (M€)	CA des fabricants/importateurs	Observ'ER	***
Fabrication (M€)		INSEE, EAP ; Comptes des entreprises	**
Importation, Exportation (M€)		Eurostat, Produits 84.15.81.00, 84.15.82.00 et 84.18.61.00	**
De surface – PAC dans secteur collectif-tertiaire			
Marché intérieur (M€)	Investissement dans équipements de surface hors marges commerciales	Taux de marges sur achats de gros : ESANE, NAF 46.74B	**
Commerce extérieur (M€)	Selon taux [Imp/MI] et [Exp/MI] de l'ensemble des PAC géothermiques		**
<b>Valeur de l'énergie (M€)</b>			
Valeur de la chaleur (M€)	Production thermique x Prix unitaire		
Production (ktep)		SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux EnR et Tableau de bord des EnR	**
Prix de la chaleur (€/MWh)		ADEME (2019), Coûts des EnR&R en France ; INSEE, Indice TP04, IdBank 1688280-1710990	**
Valeur de l'électricité (M€)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes 1	***
<b>Maintenance (M€)</b>			
De surface – PAC dans secteur résidentiel	150 €/an d'entretien par PAC	Estimation In Numeri	*
De surface – PAC dans secteur collectif-tertiaire	2 000 € par an et par PACg	Estimation In Numeri	*

Emplois (ETP)			
Fabrication des PAC géo	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Fabrication d'équipements basse et haute énergie	Fabrication M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006-08 et 2016-19 : CN, Branche A38.CK 2009 à 2015 : ESANE, NAF 28	
Distribution	Marges M€ x ratio [Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
Études préalables	Études M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2019 : CN, branche A88.71	**
Forages et capteurs	Forage M€ x ratio [Production/Emploi]	2006-2007 ; 2017-2019 : CN, Branche 43 2011 à 2016 : ESANE, NAF 43.13Z	**
Installation – Géo de surface	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Effectif salarié et non salarié]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Installation – Profonde haute énergie	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006-08 et 2016-19 : CN, Branche A88.33 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33	**
Maintenance	Maintenance M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Vente de chaleur – Profonde basse énergie	Mises en service x ratio [ETP/MW]	Communiqués de presse	**
Vente d'électricité – Profonde haute énergie	Selon effectifs de la centrale Bouillante	Communiqués de presse	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

## Méthode générale d'évaluation

### Périmètre de la fiche

- La géothermie profonde en haute énergie destinée à la production d'électricité (centrale Bouillante) et à la cogénération (centrales Soultz-sous-Forêts, Rittershoffen et Vendenheim-Reichstett).
- La géothermie profonde en basse énergie (géothermie à usage direct) qui correspond à la production de chaleur destinée aux grands réseaux de chaleur urbains et à quelques applications de chauffage de serres et de piscines.
- La géothermie de surface assistée par PAC sur champs de sondes, nappes superficielles, eaux usées ou eaux de mer. Le champ couvert est celui des applications intermédiaires (habitat collectif, tertiaire, industrie, agricole).
- La géothermie de surface assistée par PAC chez les particuliers (secteur résidentiel).

### Investissements intérieurs

Dans un premier temps, on identifie et valorise les réalisations annuelles pour chacune des quatre filières indiquées. Les données sont issues de différentes sources : Observ'ER, Études de filière de l'AFPG, Rapport 2016 de l'EGEC, Bilans du Fonds Chaleur de l'ADEME, Rapports de l'ADEME et du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Sites officiels et communiqués de presse, Communications internes de l'Eurométropole de Strasbourg, INSEE, Étude sur les réseaux de chaleur (H. Prévot, 2006), Étude sur les géothermies en France (C. Boissavy, 2014).

Par la suite, on procède à une décomposition des investissements en grandes composantes : fabrication et distribution des équipements, travaux d'installations (études préalables comprises), travaux de forages.

### Services d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie

On détermine également l'énergie produite et vendue (électrique et thermique) que l'on valorise avec des prix unitaires. Les données sur la production d'énergie sont issues des rapports du SDES (Tableau de bord et Suivi de la directive européenne). Les données sur les prix de vente de la chaleur proviennent de l'étude ADEME 2019 « Coûts des EnR&R en France ». Le montant de l'électricité vendue est issu des rapports de la CRE (Délibérations sur les CSPE, Annexes 1). L'énergie autoconsommée n'est pas valorisée.

On estime également la valeur des services de maintenance des PAC dans le secteur résidentiel et le secteur collectif-tertiaire (géothermie en très basse énergie) selon un coût unitaire d'entretien par PAC et par an.

### Estimation des emplois

Pour chacune des composantes de l'investissement et de la maintenance, on estime les emplois associés sur la base de ratios d'emplois associés aux différentes activités. Ces ratios sont calculés à partir des données issues de la Comptabilité Nationale (CN), d'ESANE et des comptes d'entreprises.

Pour les emplois liés à la vente d'énergie, les ratios ou les effectifs sont issus des sites officiels des projets ou des communiqués de presse.

# 11. Réseaux de chaleur

## Points clés

### Reprise des investissements à partir de 2017

Entre 2009 et 2020, près de 1 130 projets liés aux réseaux de chaleur (RC) sont aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME. Ces opérations de création, extension et densification ont permis la construction de plus de 3 030 km de réseau. La création du Fonds Chaleur en 2009 a été décisive pour le développement des Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) dans les réseaux. En 2020, les EnR&R représentent 60,3 % de l'énergie livrée par les RC, contre 27 % en 2006.

En 2020, les marchés liés à la construction, la gestion et l'exploitation-maintenance des RC s'élèvent à 555 M€, en hausse de 26 % par rapport à 2018. Les emplois associés suivent la tendance du marché et passent de 2 430 ETP en 2018 à 2 910 ETP en 2020.



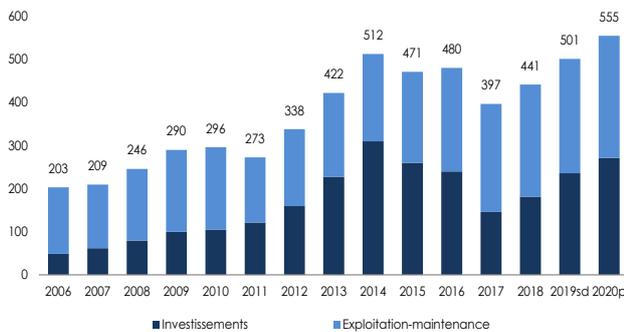
### Tendances observées 2018-2020

Longueur des réseaux mis en service par an (km)	↗
Investissements annuels (M€)	↗
Emplois liés aux investissements (ETP)	↗
Distribution de chaleur (M€)	↗
Emplois liés à la distribution de chaleur (ETP)	↗

En 2020, ces emplois sont répartis entre 1 210 ETP pour la réalisation des RC et 1 700 ETP pour leur exploitation.

La hausse des subventions du Fonds Chaleur depuis 2017 a permis au secteur d'être plus compétitif face aux énergies fossiles.

Marchés liés aux réseaux de chaleur (M€)



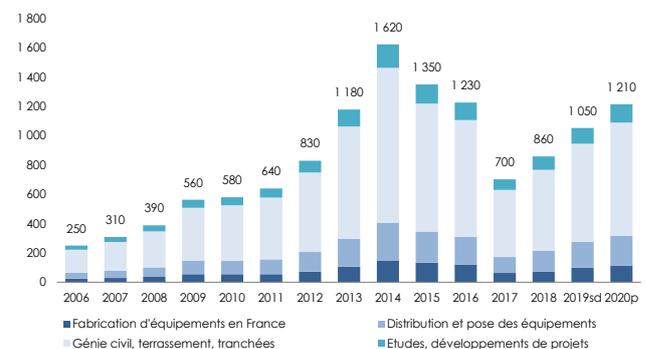
Emplois associés aux réseaux de chaleur (ETP)



Mise en service annuelle des réseaux de chaleur (km)



Emplois d'investissement dans de nouveaux métrés (ETP)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont les emplois directs associés aux activités uniquement liées au réseau de distribution primaire. La phase d'investissement correspond aux créations, extensions ou densifications de réseaux (y.c. la phase de fabrication des équipements). La phase d'exploitation-maintenance désigne la durée de vie du réseau une fois que celui-ci est construit. La production de chaleur est traitée – pour ce qui concerne la part renouvelable – dans les fiches relatives à la géothermie, les unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM), le bois collectif-tertiaire-industriel, ainsi que le biogaz par méthanisation et issu des ISDND. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Construction, Études  
Distribution**

Réalisation et développement des réseaux, fabrication et distribution des équipements  
Exploitation et maintenance des réseaux

# Contexte réglementaire

## Réseaux confortés par la LTECU

L'arrêté du 17/01/2012<sup>78</sup> définit les réseaux de chaleur et de froid comme les systèmes de chauffage et de refroidissement urbains qui correspondent à la distribution d'énergie thermique sous forme de vapeur, d'eau chaude ou de fluides caloporteurs, via une installation centrale de production et à travers un réseau vers plusieurs bâtiments ou sites, pour le chauffage et le refroidissement de locaux ou de sites industriels.

Les réseaux de chaleur se sont essentiellement développés en France à partir de 1950, en accompagnement de la politique de logement collectif et de l'urbanisation. Après un ralentissement dans les années 1970 et en réponse aux chocs pétroliers, leur progression reprend dans les années 1980 avec, en particulier, les réseaux valorisant des énergies renouvelables et de récupération locales, telles que la géothermie ou l'incinération des déchets urbains.

Créé en 2009, le Fonds Chaleur attribue des subventions pour le développement des réseaux de chaleur vertueux (avec une part d'EnR&R minimale de 65 % en 2020). Depuis 2007, la TVA réduite sur le R1 (part variable) est une mesure fiscale essentielle qui complète ce dispositif en augmentant la compétitivité du prix de vente de la chaleur. Par ailleurs, certaines opérations d'amélioration énergétique des réseaux existants sont éligibles au système des Certificats d'Économie d'Énergie (CEE) sous conditions.

La Loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV)<sup>79</sup> entérine pour la première fois dans la loi française l'objectif de multiplier par 5 entre 2012 et 2030 la quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux, soit 39,5 TWh d'EnR&R livrées en 2030. Pour y parvenir, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE)<sup>80</sup> définit des objectifs intermédiaires pour la chaleur renouvelable et de récupération livrée par réseaux : 24,4 TWh en 2023 et une fourchette comprise entre 31 TWh et 36 TWh en 2028.

### 2005

- TVA réduite à 5,5 % sur l'abonnement (ou la part fixe R2) quelques soient les sources d'énergie utilisées

### 2009

- TVA réduite à 5,5 % sur l'énergie consommée (ou la part variable R1) lorsque le mix énergétique du RC est inférieur à 50 % d'EnR&R (initialement 60 % en 2007)
- Directive sur la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables
- Création du Fonds Chaleur géré par l'ADEME

### 2014

- Loi MAPTAM : Attribution aux métropoles les compétences de création, aménagement, entretien et gestion des RC&F

### 2015

- Objectif LTECV : Multiplier par 5 par rapport à 2012 la quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux, soit 39,5 TWh d'ici 2030

### 2016

- Objectifs PPE sur la quantité d'EnR&R livrée par les RC : 15,7 TWh en 2018 ; entre 22 TWh (objectif bas) et 26,7 TWh (objectif haut) en 2023

### 2019

- Lancement du groupe de travail " Réseaux de chaleur et de froid renouvelable "

### 2020

- Objectifs PPE (revus à la baisse) sur la quantité d'EnR&R livrée par les RC : 24,4 TWh en 2023 ; entre 31 TWh (scénario A) et 36 TWh (scénario B) en 2028

## UVE et biomasse en tête des progressions dans le bouquet énergétique

Selon le Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU), plus de 830 réseaux de chaleur affichent une longueur totale de près de 6 200 km en 2020. Cette même année, 60,3 % de l'énergie livrée par les RC est d'origine renouvelable ou de récupération. Le gaz naturel, remplaçant du fioul et du charbon depuis 2000, reste la première source d'énergie (35,2 % du bouquet énergétique), suivi par les Unités de Valorisation Énergétique (UVE ; 27,3 %) et la biomasse (22,8 %).

## Des actions concrètes pour développer la filière

Lancé en mars 2019 par le Ministère de la Transition écologique, le groupe de travail « Réseaux de chaleur et de froid renouvelable » réunit les acteurs concernés afin d'identifier et lever les freins au développement de la filière. Cette filière est, en outre, prometteuse pour contribuer à relever les défis du stockage, de l'intelligence des réseaux et de la production renouvelable de froid. Ainsi, le développement des RC est nécessaire pour atteindre les objectifs de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). Au final, 25 mesures sont retenues par ce groupe de travail, couvrant cinq champs principaux :

<sup>78</sup> Directive 2009/28/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE

<sup>79</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>80</sup> Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

- Mobilisation et attractivité des réseaux
- Information et protection des consommateurs
- Compétitivité économique des réseaux
- Verdissement de l'énergie livrée par les réseaux
- Innovation, recherche et développement

### Marchés des réseaux de chaleur en Europe

- Selon le Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU), 6 000 réseaux, l'équivalent d'environ 200 000 km, chauffent 100 millions d'Européens, soit 10 % des besoins en chauffage.
- Le développement des RC est très inégal en Europe. Ils sont en général plus développés dans le Nord et l'Est du fait d'une rigueur climatique plus forte, d'une politique historique d'aide au développement, ainsi que de la mise en place d'une taxe carbone sur le long terme dans les pays nordiques.
- En Grande-Bretagne, en Suisse, aux Pays-Bas et en France, les RC ne desservent que moins de 5 % des logements. À l'inverse, le chauffage urbain est le mode de chauffage dominant au Danemark, en Pologne et en Suède (de 40 à 60 %). L'Allemagne et l'Autriche occupent une position intermédiaire avec un taux de 15 à 20 %. Ce taux atteint les 92 % en Islande grâce à l'abondance de la géothermie.

## Les acteurs de la filière des réseaux de chaleur

### Construction des réseaux : beaucoup de petits acteurs

Les investissements proviennent des entreprises spécialisées en travaux de construction de réseaux pour fluides et en installation de machines et d'équipements industriels. Ce sont souvent des entreprises locales qui effectuent les travaux de voirie et de gros œuvre.

Les principaux fournisseurs d'équipements utilisés dans la réalisation des réseaux sont les fabricants de tubes et de tuyaux (Wannitube) et les fabricants d'échangeurs à plaques (Alfa Laval Vicarb ; CA de 51,3 M€ pour 230 salariés en 2020).

### Gestionnaires de réseaux : grands groupes spécialisés et régies

Selon l'édition 2021 de l'enquête sur les réseaux de chaleur et de froid réalisée par le SNCU (données 2020), 27 % des réseaux sont exploités en régie, mais ne représentent que 4 % de la chaleur livrée. Les délégations de service public (concession) représentent 36 % des réseaux et 73 % de l'énergie délivrée. Le reste est assuré sous d'autres régimes, majoritairement en contrat d'exploitation.

Dans ce domaine, les principaux opérateurs sont Dalkia France, Engie Réseaux et Engie Cofely (groupe Engie Energies Services), IDEX et Coriance<sup>81</sup>.

- En 2014, Dalkia est racheté par EDF pour le marché national et par VEOLIA pour le marché international. Toutes activités confondues, Dalkia France réalise un CA de 4,2 Mds€, dont plus de 980 M€ pour les réseaux de chaleur et de froid, activité qui emploie en moyenne 1 600 collaborateurs. Dalkia France gère 330 réseaux d'un total de 2 900 km.
- Engie Cofely, leader européen des services multi techniques, exploite 125 réseaux de chaleur et de froid en France. Engie Cofely gère surtout des réseaux de chaleur et de froid en Île-de-France fournissant moins de 30 GWh par an, ainsi que des réseaux dans d'autres régions fournissant moins de 120 GWh par an. L'entreprise affiche un CA de 2,3 Mds€, dont 250 M€ pour les réseaux de chaleur et de froid. Elle emploie 11 040 salariés, dont 1 000 pour les RC&F.
- IDEX gère 50 réseaux urbains de chaud (24 km) et de froid (14 km), du moyen réseau dans des éco-quartiers au réseau alimentant l'ensemble de la Défense. En 2017, le groupe réalise un CA de 890 M€ et emploie 3 600 personnes.
- Le groupe Coriance, propriété du Fonds Infrastructure First State Investment, gère 37 réseaux de chaleur et de froid urbains pour un total de 385 km et 1,6 GWh livrés. Le chiffre d'affaires du groupe s'élève à 277 M€. Son CA relatif aux réseaux est de 172 M€ pour 350 salariés.

<sup>81</sup> ADEME (2019), Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Hausse des investissements liés à la création et à l'extension

En 2020, la longueur des réseaux de chaleur mis en service (par création ou extension) est estimée à 231 km, en hausse de 18 % par rapport à 2019 (196 km). Cette hausse concerne essentiellement les mises en service par extension qui augmentent de 70 km en 2019 à 149 km en 2020, contrairement aux nouveaux réseaux créés qui reculent de 35 % sur cette même période (de 126 km à 82 km).

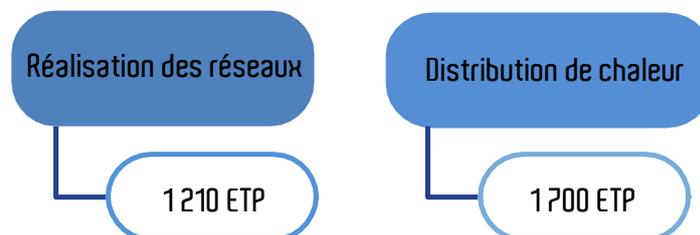
De façon générale, la hausse des mises en service est due à l'accroissement des subventions du Fonds Chaleur à partir de 2017 (310 M€ en moyenne entre 2017 et 2020, contre 147 M€ en 2016). Les investissements sont cependant répartis sur l'année courante (40 %) et les deux suivantes (20 % et 40%). De ce fait, cette augmentation se reflète sur les mises en service à moyen terme (3 ans).

On notera que l'enquête SNCU évalue les linéaires nouvellement installés à 384 km en 2018 et 235 km en 2020.

### Exploitation et maintenance des réseaux de chaleur

Le marché de l'exploitation et de la maintenance des réseaux, hors production et vente d'énergie, s'élève à 283 M€ en 2020, en progression de 4 % en moyenne par an par rapport à 2018 (260 M€). L'exploitation et la maintenance des réseaux ne représentent que 15 % du marché total de vente de la chaleur, marché qui s'élève à 1,9 Mds€ en 2020.

### En 2020, 2 910 emplois dans la filière des réseaux de chaleur



Le nombre d'emplois associés aux activités des réseaux de chaleur suivent la tendance du marché et passe de 2 430 ETP en 2018 à 2 910 ETP en 2020. Les emplois d'investissement sont en hausse de 19 % par an en moyenne entre 2018 (860 ETP) et 2020 (1 210 ETP). Les emplois d'exploitation-maintenance augmentent de façon moins soutenue (+4 % par an en moyenne sur la période).

### Comparaison avec les résultats de l'étude ADEME « Réseaux de chaleur et de froid : États des lieux de la filière »

En 2019, l'ADEME publie une étude spécifique sur l'état des lieux des réseaux de chaleur (données 2017). La méthodologie de la présente fiche est mise à jour en fonction des résultats de cette étude.

L'étude relative à l'état des lieux des réseaux de chaleur englobe un champ d'étude plus vaste : emplois directs et indirects, réseaux de froid, distribution de chaleur (réseaux), production de chaleur (chaudières). En tenant compte de tous ces éléments, la filière « réseau de chaleur et de froid » représente 12 800 ETP directs et indirects en France en 2017, dont 6 800 ETP directs.

Concernant les emplois directs spécifiques aux réseaux, l'étude de filière les estime à 2 700 en 2017. L'écart avec l'estimation de l'étude M&E (2 280 ETP) vient de plusieurs différences méthodologiques, principalement la non prise en compte des réseaux de froid et le lissage des investissements sur 3 ans (146 M€ d'investissements en 2017 pour M&E, contre 170 M€ pour l'étude sur l'état des lieux de la filière).

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

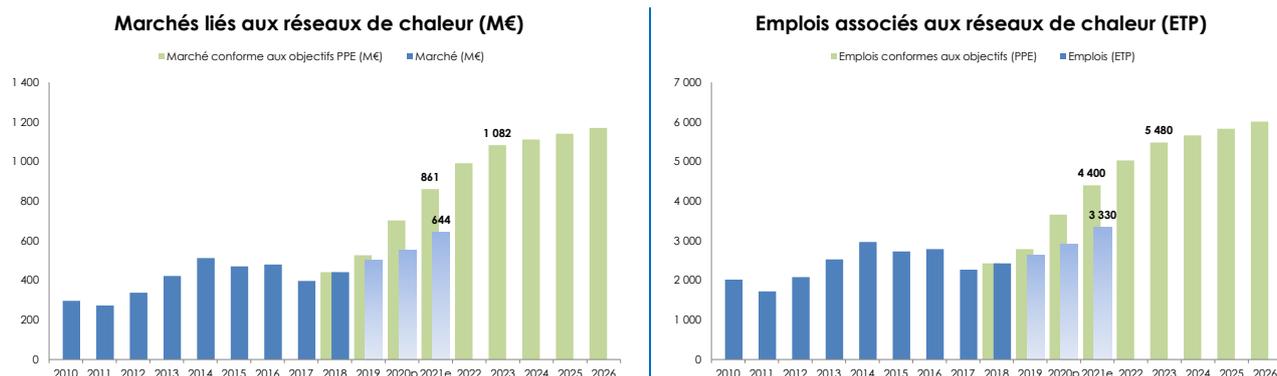
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement des réseaux de chaleur à horizon 2023 et 2028. Ces objectifs sont atteints en ayant recours à 60 % d'énergies renouvelables et de récupération en 2023 et 65 % en 2030. On rappelle que la présente fiche exclut le développement des réseaux de froid.

### Livraison de chaleur renouvelable et de récupération (TWh)

2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
14,1 TWh	24,4 TWh	31,0 TWh	36,0 TWh

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 s'élève donc à 33,5 TWh de chaleur renouvelable et de récupération. Cet objectif représente plus de 51,5 TWh d'énergie thermique livrée (renouvelable et non renouvelable) via les réseaux de chaleur, soit 2,6 TWh par an entre 2019 et 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023).



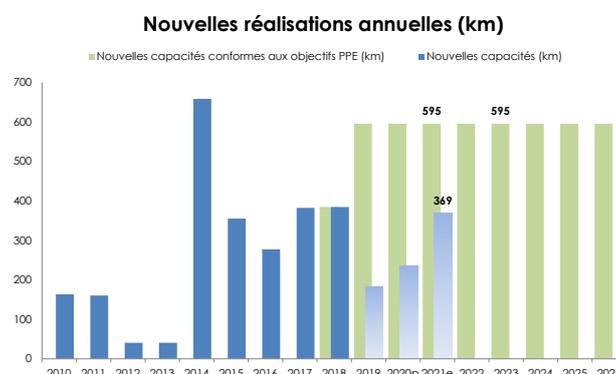
(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimée

Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, et en supposant que cet objectif soit atteint en ajoutant 595 km de réseaux chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés au développement des RC est estimé à 861 M€ en 2021 et 1 082 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 652 M€ et l'exploitation-maintenance 430 M€. Les emplois atteindraient 5 480 ETP en 2023 : 2 910 ETP liés aux investissements et 2 570 ETP liés à l'exploitation et la maintenance des réseaux.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE : 644 M€ et 3 330 ETP en 2021 pour la tendance, 861 M€ et 4 400 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités mises en service selon chaque cas de figure. Selon la tendance actuelle de la filière, la longueur des nouveaux réseaux est de 369 km en 2021 (sur la base des projets acceptés par le Fonds Chaleur et engagés en 2018). Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait installer 595 km de nouveaux réseaux cette même année.



Source : Estimations IN NUMERI

## Mesures de soutien de la PPE

### Mesures techniques

- Assurer l'intégration des EnR&R dans les politiques et plans territoriaux et documents d'urbanisme ;
- Faciliter la démarche de classement des réseaux permettant à une collectivité de rendre obligatoire le raccordement à son RC, pour les nouveaux bâtiments ou les bâtiments qui changent de chaudières ;
- Imposer la réalisation et l'actualisation de schémas directeurs pour les réseaux de chaleur dans les communes dotées d'un réseau, tous les 10 ans, en systématisant l'évaluation de l'opportunité de créer un service public de distribution de froid.

### Mesures financières

- Accélérer la mobilisation des énergies renouvelables (notamment biomasse) et de récupération dans les réseaux en maximisant le taux en EnR&R des projets du Fonds Chaleur ;
- Maintenir la TVA à 5,5 % pour les livraisons de chaleur issues de réseaux alimentés à plus de 50 % par des EnR&R (et intégrer le solaire thermique aux EnR éligibles) avec un relèvement à 60 % d'ici 2030 ;
- Créer une clause de revoyure dans les aides du Fonds Chaleur dans les 4 ans selon des critères techniques et financiers ;
- Mieux articuler les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE) et les aides du Fonds Chaleur selon des conditions respectant l'encadrement communautaire européen.

### Mesures d'accompagnement

- Encourager les bailleurs sociaux à se fixer des objectifs en EnR&R ;
- Mener une campagne collective de conviction des villes de plus de 10 000 habitants pour la réalisation d'une étude de faisabilité d'un réseau de chaleur et de froid afin de poursuivre la densification et l'extension des réseaux existants et accélérer la création de nouveaux réseaux ;
- Réaliser des campagnes d'information à destination de tous les publics (maître d'ouvrage, maître d'œuvre et grand public) pour faire connaître les réseaux ainsi que l'observatoire des réseaux et le site Via Seva ;
- Structurer un réseau d'animation sur la chaleur fatale industrielle.

Source : *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020*

## Résultats détaillés

### Marchés liés aux réseaux de chaleur

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	6	10	14	16	21	30	41	34	32	19	24	31	35
Importations des équipements	10	16	21	24	32	45	62	52	48	29	36	47	54
Génie civil, terrassement, tranchées	28	45	60	69	91	130	176	148	136	83	104	134	156
Études, développement des projets	4	7	9	10	13	19	25	21	20	12	15	19	22
Distribution et pose d'équipements	1	1	2	2	3	4	5	4	4	2	3	4	5
<b>Total des investissements</b>	<b>49</b>	<b>80</b>	<b>105</b>	<b>122</b>	<b>160</b>	<b>227</b>	<b>310</b>	<b>260</b>	<b>240</b>	<b>146</b>	<b>181</b>	<b>236</b>	<b>271</b>
<b>Exploitation-maintenance des réseaux</b>	<b>154</b>	<b>166</b>	<b>191</b>	<b>151</b>	<b>178</b>	<b>194</b>	<b>202</b>	<b>211</b>	<b>240</b>	<b>251</b>	<b>260</b>	<b>265</b>	<b>283</b>
<b>Marché total *</b>	<b>203</b>	<b>246</b>	<b>296</b>	<b>273</b>	<b>338</b>	<b>422</b>	<b>512</b>	<b>471</b>	<b>480</b>	<b>397</b>	<b>441</b>	<b>501</b>	<b>555</b>
<b>Production **</b>	<b>193</b>	<b>230</b>	<b>275</b>	<b>249</b>	<b>306</b>	<b>377</b>	<b>450</b>	<b>419</b>	<b>432</b>	<b>367</b>	<b>406</b>	<b>454</b>	<b>501</b>

(\*) Marché total = Investissements intérieurs + Exploitation-maintenance des réseaux

(\*\*) Production = marché total - Importations

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Emplois associés aux réseaux de chaleur

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Équipements fabriqués en France	20	40	50	50	70	110	150	130	120	60	70	100	110
Génie civil, terrassement, tranchées	160	250	380	420	540	760	1 060	870	800	460	550	670	770
Études, développement des projets	30	40	60	60	80	120	160	130	120	70	90	110	130
Distribution et pose d'équipements	40	60	90	100	140	190	260	210	190	110	140	180	200
<b>Total des investissements</b>	<b>250</b>	<b>390</b>	<b>580</b>	<b>640</b>	<b>830</b>	<b>1 180</b>	<b>1 620</b>	<b>1 350</b>	<b>1 230</b>	<b>700</b>	<b>860</b>	<b>1 050</b>	<b>1 210</b>
<b>Liés à l'exploitation-maintenance</b>	<b>1 310</b>	<b>1 270</b>	<b>1 440</b>	<b>1 080</b>	<b>1 250</b>	<b>1 350</b>	<b>1 350</b>	<b>1 380</b>	<b>1 560</b>	<b>1 570</b>	<b>1 570</b>	<b>1 590</b>	<b>1 700</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>1 560</b>	<b>1 650</b>	<b>2 020</b>	<b>1 720</b>	<b>2 080</b>	<b>2 530</b>	<b>2 980</b>	<b>2 730</b>	<b>2 790</b>	<b>2 280</b>	<b>2 430</b>	<b>2 640</b>	<b>2 910</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

### Mise en service annuelle des réseaux de chaleur

km	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mise en service annuelle	83	70	163	160	128	191	254	388	348	199	180	196	231

Source : Estimations IN NUMERI selon SNCU, Enquêtes annuelles de branche ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Construction des RC (M€)</b>	Longueur x Coûts unitaires		
Longueur (mètre)		2006 à 2011 : SNCU, Enquêtes annuelles 2012 à 2020 : ADEME, Bilans Fonds Chaleur	***
Coûts unitaires (€/mètre)	€/mètre	2006 à 2012 : INSEE, Index TP10a (IdBank 1688290) 2013 à 2020 : ADEME, Bilans Fonds Chaleur	**
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>	Fabrication, génie civil, études, distribution, pose	ADEME (2019), Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière	***
<b>Exploitation-maintenance (M€)</b>	Chaleur livrée x Coût unitaire		
Coût unitaire (€/MWh)		ADEME (2019), Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière	***
Chaleur livrée (GWh)		SNCU, Enquêtes annuelles de branche	***
CA fixe des RC	CA total x Part fixe	SNCU, Enquêtes annuelles de branche	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006-2008 : CN, Branche A88.42 2009-2019 : ESANE, NAF 28.12Z, 22.21Z, 28.14, 28, 27.33Z, 24.20Z	**
Génie civil (ETP)	Génie civil M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006-2008 : CN, Branche A88.42 2009-2019 : ESANE, NAF 43.12A, 42.21Z	**
Études (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Effectifs]	2006-2019 : CN, Branche A88.71	**
Distribution et pose (ETP)	Distribution-pose M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006-2008 : CN, Branche A88.42 2009-2019 : ESANE, NAF 43.2, 33.20A, 46.69B	
Distribution de chaleur (ETP)	Exploitation-maintenance M€ x ratio [Marges/Effectifs]	2006-2016 et 2018-2019 : CN, Branche A88.33 2017 : ADEME (2019), Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Réalisation des réseaux (création et extension)

Le montant des investissements liés à la construction des réseaux de chaleur est estimé à partir de la longueur supplémentaire des RC mis en service par an et le coût au mètre construit. En considérant les données du Fonds Chaleur de l'ADEME, les engagements (longueur et coût) sont décalés de 3 ans pour définir les mises en service annuelles (i.e. engagements en 2009 = mises en service en 2012).

- **Longueur des réseaux :** On se base sur les enquêtes du SNCU de 2006 à 2011. À partir de 2012, les données sont issues des rapports du Fonds Chaleur.
- **Coûts unitaires :** On utilise les données du Fonds Chaleur (montant et longueur des projets en création-extension) par année d'engagement à partir de 2010 (soit mises en service dès 2013). On détermine un coût unitaire en création et un coût unitaire en extension. Pour les années antérieures, on fait évoluer le coût unitaire total en 2010 selon l'index Travaux Publics de l'INSEE (TP10a).

La valeur obtenue (longueurs x coûts unitaires) ne représente pas la valeur des réalisations, mais celles des mises en service. Pour estimer les réalisations annuelles (~ investissements annuels), il est nécessaire de répartir ces montants sur les années de réalisation effective. On fait l'hypothèse que les réalisations se répartissent sur trois ans, à raison de 40 % la première année, 20 % la deuxième et 40 % la troisième (année de mise en service). Les mises en service sont connues jusqu'en 2023 (engagements Fonds Chaleur de 2020).

Au final, on se base sur les résultats de l'étude « Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière : marchés, emplois, coûts » de l'ADEME (2019, données 2017) pour la décomposition des investissements annuels par activité (fabrication, distribution, pose, génie civil, terrassement, tranchées, études, développement de projets) et pour les taux d'importation.

## Exploitation et maintenance des réseaux

L'étude ADEME (2019) permet d'obtenir différents coûts unitaires (€/MWh ; coût total d'exploitation, coût d'exploitation de la production uniquement) pour l'année 2017. On reconstitue la série 2006 à 2020 selon l'évolution du chiffre d'affaires fixe des réseaux de chaleur (SNCU, Enquêtes de branche).

## Estimation des emplois

Les emplois liés aux études préalables et au développement de projets sont estimés à partir du ratio [Production/Emploi] issus de la Comptabilité Nationale (CN) pour la branche A88.71 Activités d'architecture et d'ingénierie. Les ratios sont disponibles de 2006 à 2019. On garde le même ratio 2019 pour l'année 2020.

Pour les autres activités d'investissement, on se base sur des ratios [Production/Emploi] de la CN de 2006 à 2008 (Branche A88.42 Génie civil) et des ratios [CA/Emploi] d'ESANE de 2009 à 2019 :

- NAF 43.12A Travaux de terrassement courants et travaux préparatoires
- NAF 42.21Z Construction de réseaux pour fluides
- NAF 43.2 Travaux d'installation électrique, plomberie et autres travaux d'installation
- NAF 33.20A Installation de structures métalliques, chaudronnées et de tuyauterie
- NAF 28.12Z Fabrication d'équipements hydrauliques et pneumatiques
- NAF 22.21Z Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques
- NAF 28.14 Fabrication d'autres articles de robinetterie
- NAF 28 Fabrication de machines et équipements n.c.a
- NAF 27.33Z Fabrication de matériel d'installation électrique
- NAF 24.20Z Fabrication de canalisations primaires
- NAF 46.69B Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements industriels

Pour les emplois liés à la distribution de chaleur, on garde le ratio d'emploi 2017 de l'étude ADEME (159,5 k€/ETP). On reconstitue la série 2006-2019 selon l'évolution du ratio [Production/Emploi] issu de la CN (Branche A88.33 Réparation et installation de machines et d'équipements). On garde le même ratio 2019 pour l'année 2020.

# 12. Valorisation énergétique des DMA par incinération

-6 %

Évolution du marché  
2019-2020

1 % des emplois

des filières EnR&R étudiées

1 % des marchés

des filières EnR&R étudiées

## Points clés

### Un marché stable

Les politiques européenne et française sur les déchets mettent la priorité sur la prévention et le recyclage et souhaitent limiter la valorisation énergétique aux Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) non recyclables. Depuis 2014, seules deux nouvelles Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) sont mises en service : Site de Bénesse-Maremne (mise en service en 2017) et Echillais (mise en service en 2018).

Stable sur 4 ans à 172 M€ en moyenne par an, le marché total de la filière baisse de 6 % en 2020 avec 162 M€.

### Tendances observées 2018-2020

Investissements annuels (M€)

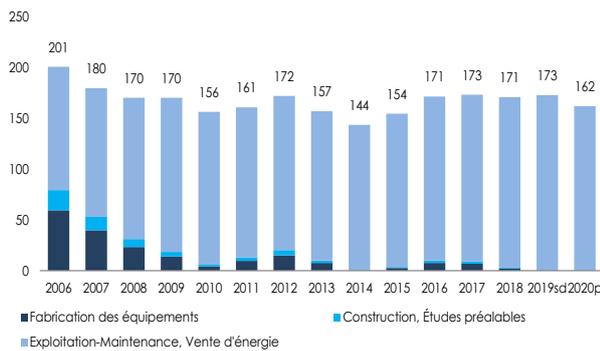
Emplois liés à l'investissement (ETP)

Valeur de l'énergie vendue (M€)

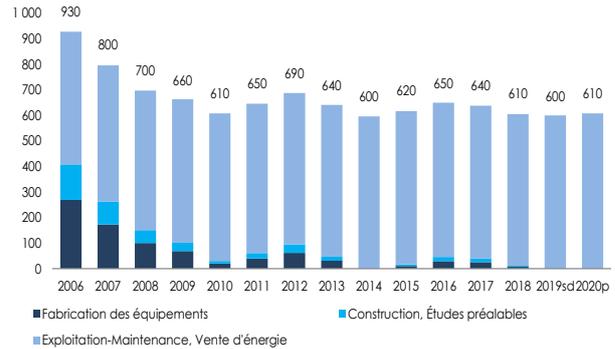
Emplois de vente intérieure d'énergie (ETP)

Les emplois directs associés s'élèvent à 610 ETP en 2020, niveau identique qu'en 2018. En 2020, L'intégralité du marché et de l'emploi concerne la vente intérieure d'énergie issue des UIOM.

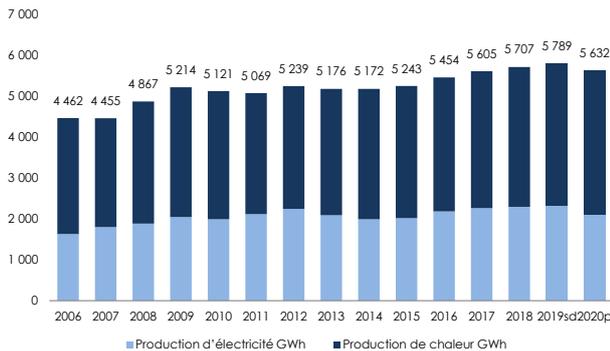
Marchés liés à l'incinération des DMA (M€)



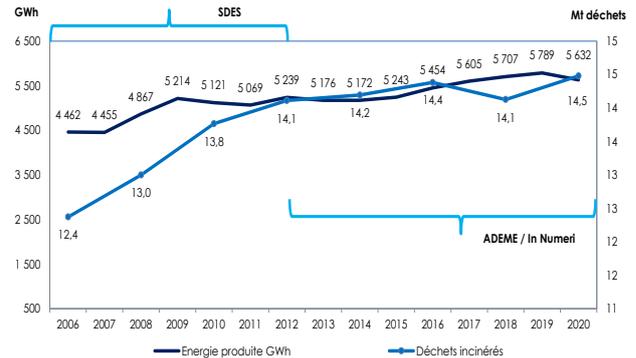
Emplois associés à l'incinération des DMA (ETP)



Production d'énergie (GWh)



Déchets incinérés (Mt) et énergie produite (GWh)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Le marché et les emplois se concentrent sur l'amélioration de la récupération de chaleur fatale et l'optimisation du procédé de combustion. Les emplois sont limités aux emplois directs. Ne sont pas inclus les emplois indirects (fournisseurs des constructeurs). En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Fabrication**  
**Installation, Études**  
**Vente d'énergie**

Équipements de valorisation énergétique et de production d'énergie renouvelable  
Construction de site, installation des équipements, études préalables  
Vente des énergies (électrique et thermique) issues des UIOM

## Contexte réglementaire

### Évolution des soutiens financiers : tarifs d'achat, complément de rémunération, primes, Fonds Chaleur

Jusqu'ici, l'électricité produite par les installations de traitement thermique des ordures ménagères (OM) était vendue dans le cadre du système d'obligation d'achat (modalités fixées par arrêtés sur 15 ans<sup>82</sup>). Les tarifs d'achat de l'électricité provenant des UIOM étaient de 45 à 50 €/MWh, couplés à une prime à l'efficacité énergétique allant jusqu'à 30 €/MWh.

Dans le cadre de la réforme européenne des mécanismes de soutien aux EnR&R, le dispositif pour les UIOM évolue. Le système d'obligation d'achat est remplacé par un système de vente sur le marché, complété par un complément de rémunération.

En 2016, la CRE donne un avis favorable à ce projet pour l'électricité produite par les UIOM. Applicable sur 15 ans, le tarif de référence est fixé à 58 €/MWh. Aussi, au-delà de 70 heures de prix négatifs, une installation n'ayant pas injecté d'électricité sur le réseau pendant ces heures reçoit une prime.

Créé en 2009, le Fonds Chaleur de l'ADEME soutient les investissements réalisés dans la récupération et la valorisation de la chaleur fatale issue de l'incinération : récupération de chaleur fatale des fumées ou des aérocondenseurs pour valorisation externe, transport et distribution de la chaleur dans un réseau de chaleur.

### TVA réduite sur la vente de chaleur par les réseaux

La part vendue de la chaleur issue des UIOM est en grande partie utilisée dans les réseaux de chaleur urbains et industriels. Quelle que soit l'énergie utilisée pour produire la chaleur, un taux de TVA réduit (5,5 %) est appliqué sur la part « abonnement » de la facture dans les réseaux de chaleur. Il concerne aussi la part « consommation » lorsque le réseau est alimenté à au moins 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération, la chaleur générée par les UIOM étant considérée comme énergie de récupération.

### Taxe Générale sur les Activités Polluantes

La Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP) applicable aux tonnages incinérés augmente régulièrement afin de favoriser le recyclage. En 2021, le taux de base de la TGAP par tonne de déchets incinérés est de 17 €/t, en hausse par rapport à l'année précédente (12 €/t). Néanmoins, de nombreuses réductions sont applicables permettant de tenir compte de différents critères environnementaux : certification des installations, performance énergétique, valeurs des émissions d'oxydes d'azote.

### Plan France Relance : modernisation des centres de valorisation des déchets

Dans le cadre du plan de relance pour lutter contre la crise économique et sanitaire liée à la Covid-19<sup>83</sup>, un abondement du Fonds « Économie circulaire » de l'ADEME de 274 M€ supplémentaires est destiné à la modernisation des centres de tri, recyclage et valorisation des déchets. Parmi les mesures retenues, un soutien de 100 M€ aux collectivités locales pour, entre autres, développer la collecte, faciliter le tri à la source et valoriser les biodéchets ménagers et assimilés.

Ces actions se déroulent de façon progressive entre 2020 et 2022, en fonction des projets déjà en attente au niveau de l'ADEME.

#### 2001

- Arrêté fixant les tarifs d'achats de l'électricité provenant de l'incinération des déchets

#### 2006

- Arrêté du 14 décembre permettant de bénéficier des tarifs d'achat au-delà de la période initiale de 15 ans sous réserve d'investissements de rénovation

#### 2009

- Loi des Finances : Introduction d'une taxe de 7 € par tonne de déchets incinérés

#### 2014

- Programme national de prévention des déchets de 2014 à 2020 : baisse de 7 % de la production de DMA par habitant en 2020 par rapport à 2010

#### 2015

- LTECV : Objectifs de baisse de 30 % des déchets non dangereux stockés en 2020 et de 50 % en 2025

#### 2016

- Délibération de la CRE : Remplacement des tarifs d'achat par un mécanisme " marché+prime "
- TGAP générale de 15,03 €/t sur les déchets incinérés
- Intégration au budget de l'État du financement du soutien aux EnR par l'intermédiaire du Compte d'Affectation Spéciale " Transition Énergétique "

#### 2019

- Adoption par la Commission Européenne des conclusions MTD (Meilleures Techniques Disponibles) du BREF (Best Available Technique Reference) sur l'incinération des déchets

#### 2020

- Plan France Relance : Enveloppe de 274 M€ pour la modernisation des centres de tri, recyclage et valorisation des déchets

<sup>82</sup> Arrêté du 2 octobre 2001 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent des déchets ménagers ou assimilés, à l'exception des installations utilisant du biogaz

<sup>83</sup> Projet de loi de Finances pour 2021

### Contexte européen en 2020

- On compte plus de 430 unités d'incinération de déchets ménagers renouvelables en Europe. Un total de 83 millions de tonnes d'ordures ménagères est traité et incinéré dans ces centrales.
- Ces unités produisent 18 887,8 GWh d'électricité (-1 % par rapport à 2019), dont plus de la moitié est issue d'unités fonctionnant en cogénération (59 %). Leur production de chaleur (y compris issue des unités en cogénération) s'élève à 34 494,5 GWh (en hausse de 2 % par rapport à 2019).
- En 2020, la production d'énergie issue des UIOM en France est de 2 118,1 GWh électrique (57 % en cogénération) et 3 514,3 GWh thermique renouvelable (74 % en cogénération).
- La Pologne est le pays européen le plus actif sur le plan de la construction de nouvelles unités d'incinération.

Sources : EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan ; SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables (Bilan des EnR) ; ADEME (2022, publication en cours), Enquêtes ITOM, Données 2020

## Les acteurs de la filière de la valorisation des déchets ménagers et assimilés

### Plus de 110 UIOM avec valorisation d'énergie

Selon l'enquête biannuelle ITOM de l'ADEME (dernière enquête en cours de publication, communications internes), il existe 116 UIOM avec récupération et valorisation d'énergie en 2020<sup>84</sup>.

Le marché de l'exploitation des incinérateurs est dominé par trois grands groupes : Suez (via ses filiales Sita et Novergie), Véolia, et EDF (via sa filiale TIRU). Les collectivités locales, des groupes spécialisés dans les déchets, ou encore des constructeurs (Inova Opérations) exploitent aussi des installations (même si leur segment est beaucoup plus limité).

### Peu de constructions en France, mais des groupes français spécialisés dans le domaine

Plusieurs groupes français sont spécialisés dans la construction d'usines d'incinération : CNIM (Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée), Inova Opérations (filiale d'Altawest, détenteur de la licence des fours d'incinération HZI en France, Maghreb, Liban et Turquie), Vinci Environnement (filiale du groupe Vinci spécialisée dans les unités de tri, recyclage, compostage, méthanisation et incinération), et Dalkia Wastenergy (anciennement Traitement Industriel des Résidus Urbains - TIRU) entre autres.

**CNIM** : Spécialisé dans la construction mécanique et l'ingénierie, le groupe réalise un CA de 632,9,4 M€ en 2020 (dont 47,8 % à l'export) et collabore avec plus de 2 700 personnes. CNIM complète son portefeuille de technologies et de services dédiés aux centres de valorisation des déchets. Au 1<sup>er</sup> semestre 2015, le groupe acquiert les deux sociétés Saphymo et AMI Software, rattachées au secteur Innovation & Systèmes.

**Dalkia Wastenergy (ex Traitement Industriel des Résidus Urbains - TIRU)** : L'entreprise est spécialisée dans la gestion des unités d'incinération, mais développe également une activité d'ingénierie et de construction. En 2018, Dalkia (filiale d'EDF) acquiert l'intégralité du capital de TIRU. L'entreprise change de nom : Dalkia WastEnergy. En 2020, l'entreprise réalise un CA de 67,3 M€ et emploie plus de 220 salariés.

**Inova Opérations** : En 2013, Inova Opérations est retenu comme attributaire du marché de la modernisation du centre de valorisation énergétique des déchets d'Annecy par le Syndicat mixte du Lac d'Annecy (SILA) pour une puissance thermique de 33,4 MWth. En 2020, le CA du groupe s'élève à 19,3 M€ pour 90 effectifs.

**Vinci Environnement** : Cette filiale de Vinci a une activité d'ensemblier/constructeur. L'essentiel de son activité « déchets » se concentre sur la construction d'usines de Traitement Mécano-Biologique (TMB). En 2015, l'entreprise lance la construction de l'incinérateur d'Echillais (Charente-Maritime) sur le site de l'ancienne UIOM démantelée. Avec un investissement de 87 M€, l'unité est mise en service en 2018 avec une capacité totale de 69 000 tonnes. En 2020, le CA de l'entreprise est de 36,6 M€ pour 120 effectifs.

<sup>84</sup> Les unités récupérant de l'énergie ne sont pas nécessairement des unités de valorisation énergétiques. Pour être considérées comme telles, elles doivent respecter les seuils de rendement permettant de rentrer dans la catégorie R1 des modes de traitement des déchets définis au niveau européen.

## Situation du marché et de l'emploi



\* VE : valorisation énergétique. Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

### Transfert des investissements vers les centres multi-filières

Aujourd'hui, les politiques publiques donnent la priorité à la prévention, au recyclage et à la valorisation matière des déchets. La vocation de l'incinération est ainsi de traiter les déchets détournés de l'enfouissement, non valorisés dans une filière de recyclage, tout en optimisant la valorisation de l'énergie fatale produite. Les volumes traités étant programmés à baisser à l'avenir, les collectivités choisissent de ne plus construire de nouvelles unités d'incinération sur leur territoire.

Lancés plusieurs années auparavant, des projets d'incinérateurs connaissent des oppositions locales et sont toujours en attente de décision. En 2018, l'autorisation d'exploitation est donnée à Véolia pour son projet d'incinérateur dans l'Aube (Chapelle Saint-Luc). Projet très contesté localement, l'unité – d'une capacité de 60 000 tonnes de déchets par an - n'est toujours pas mise en service.

De 2014 à 2016, aucun chantier de construction d'incinérateur n'est lancé en France. Seules deux nouvelles unités sont mises en service après 2016 :

- **Site de Bénésse-Maremmé** : unité mise en service en 2017 après deux ans et demi de travaux. Cette usine a une capacité de 91 000 tonnes et produit 55 GWh d'électricité par an, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 35 000 personnes.
- **Centre de traitement de déchets multi-filières d'Echillais (Charente-Maritime)** : début des travaux en 2015 et mise en service en 2018. La partie incinération a une capacité totale de 69 000 tonnes, pour une production d'électricité équivalente à la consommation de 11 000 personnes. L'énergie thermique alimente un réseau de chaleur desservant la base aérienne voisine.

Le marché des travaux de rénovation, de modernisation et d'optimisation des incinérateurs se développent. De nombreux anciens sites investissent dans l'amélioration de leur efficacité énergétique, via la modernisation des fours et des équipements de récupération d'énergie, l'optimisation de la combustion et la recherche de nouveaux débouchés pour la chaleur. Actuellement, une vingtaine d'unités (sur près de 120 unités en France) met en œuvre des travaux d'optimisation. Faute de données, ces investissements ne sont pas inclus dans cette fiche.

### Aucun investissement intérieur en 2020

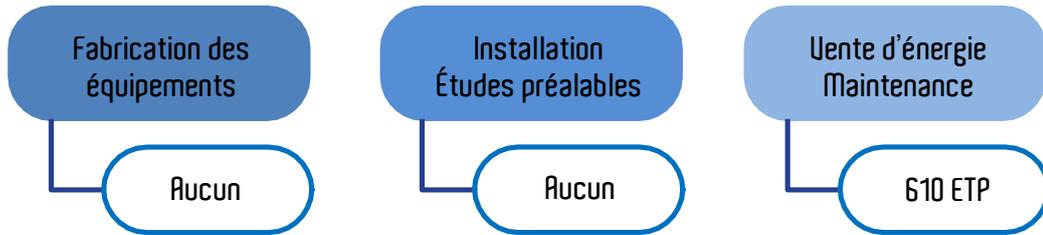
Selon les résultats 2020 de l'enquête biannuelle ITOM de l'ADEME (dernière enquête en cours de publication, communications internes), les quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique (VE) augmentent de 3 % entre 2018 (14 127 kt) et 2020 (14 481 kt).

Parallèlement à la hausse des quantités de déchets incinérés avec VE, le SDES indique une production primaire d'énergies renouvelables issues des déchets renouvelables en baisse de 3 % entre 2019 (14,5 TWh) et 2020 (14,1 TWh).

En 2020, la consommation finale de chaleur issue de l'incinération (y compris en autoconsommation) s'élève à 3 514,3 GWh. Cette même année, la production d'électricité s'élève à 2 118,1 GWh (part renouvelable). On estime que 80,8 % de la chaleur et 74,3 % de l'électricité sont vendus. Sur la base de prix unitaire de l'électricité (données CRE) et de la chaleur (études AMORCE-ADEME), la valeur de l'énergie vendue issue des UIOM s'élève à 162 M€ en 2020, en baisse de 6 % par rapport à l'année précédente (173 M€).

Parallèlement, les investissements intérieurs sont toujours à l'arrêt en 2020 (construction, fabrication, études). Ces investissements avaient déjà un niveau très faible depuis 2010 (6 M€), malgré un rebond en 2012 (20 M€) et en 2016 (10 M€). Ils s'élevaient à 79 M€ en 2006.

## Stabilité des emplois dans la vente d'énergie



Les emplois liés à la vente d'énergie ne sont qu'une faible partie des emplois des UIOM, dont la fonction première reste l'élimination des déchets. À titre comparatif, l'ensemble des emplois dans l'exploitation des UIOM (y compris sans valorisation énergétique) sont estimés à près de 4 400 salariés (ITOM 2020). En 2020, les emplois de vente d'énergie renouvelable s'élèvent à 610 ETP, niveau stable depuis 2018.

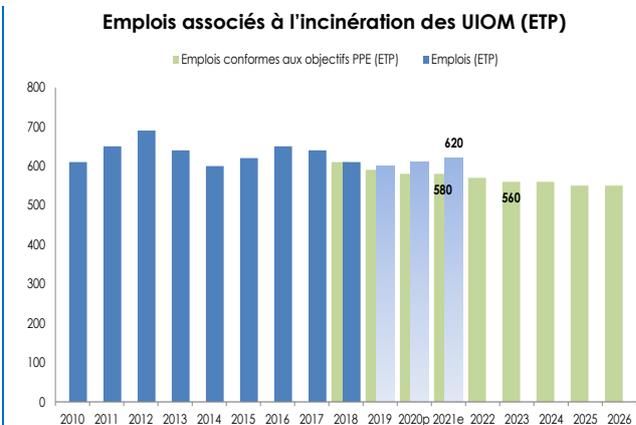
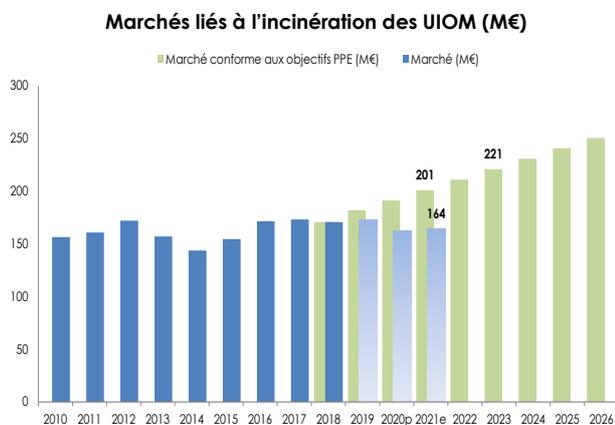
## Objectifs de la PPE vs. Estimation préliminaire 2021

Il n'existe pas d'objectif quantitatif de production d'énergie à partir des déchets dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE, Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie). Des ordres de grandeur sont tout de même évoqués concernant la valorisation énergétique des déchets dans les UIOM :

- En 2025 : réception de 2,9 millions de tonnes d'ordures ménagères en moins et de 1,5 millions de tonnes de refus de tri en plus ;
- En 2028 : 15 à 18 TWh de production de chaleur et 2,3 TWh de production d'électricité à partir des UIOM.

L'objectif moyen en 2028 pour la production de chaleur s'élève donc à 16,5 TWh. On ne retient que la moitié de cet objectif pour ne tenir compte que de la partie renouvelable, soit 8,3 TWh de chaleur renouvelable, ce qui représente plus du double de la production de chaleur en 2018 (3,4 TWh). Pour l'électricité produite, elle resterait en 2028 à un niveau quasi identique à celui de 2018.

On constate que la PPE vise une hausse de la production d'énergie à partir des UIOM tout en diminuant la quantité de déchets entrants dans ces unités. Sans investissements réalisés dans la construction de nouvelles installations, ces objectifs supposeraient l'augmentation du rendement des unités existantes (environ 80 % actuellement), ou une valorisation de la chaleur fatale issue de ces unités.



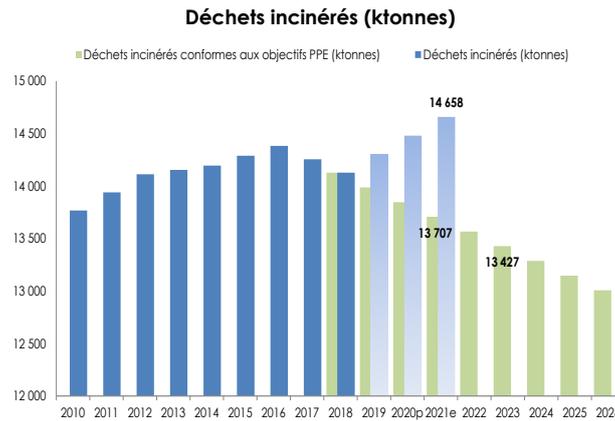
(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir la production de plus de 480 GWh chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés aux UIOM est estimé à 201 M€ en 2021 et 221 M€ en 2023. En 2023, le marché concerne intégralement l'exploitation-maintenance des UIOM existantes. Les emplois associés atteindraient 560 ETP en 2023.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2021. Cette tendance est en-dessous de la trajectoire PPE pour les marchés et au-dessus pour les emplois : 164 M€ et 620 ETP pour la tendance, 201 Mds€ et 580 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre la production d'énergie renouvelable issue des UIOM, ainsi que la quantité de déchets incinérés selon chaque cas de figure. Selon les données de la dernière enquête ITOM (ADEME), la production d'énergie renouvelable en 2021 reste au même niveau qu'en 2020. Alors que, pour atteindre les objectifs de la PPE, cette production supplémentaire serait de plus de 480 GWh cette même année. Cette différence dans la production d'énergie renouvelable entraîne un marché total supérieur pour la trajectoire PPE.

Quant aux quantités incinérées dans les UIOM, elles augmenteraient à plus de 14 660 milliers de tonnes pour la tendance 2021, alors qu'elles diminueraient à près de 13 710 milliers de tonnes pour la trajectoire PPE. Par conséquent, les emplois d'exploitation-maintenance seraient plus importants sur la tendance 2021.



Source : Estimations IN NUMERI

## Perspectives de la filière

### Paprec Energies s'impose sur le marché de la valorisation des déchets

Leader français du recyclage, Paprec (propriétaire de Coved Environnement) s'impose désormais comme le n° 3 français de la valorisation énergétique et du traitement des déchets.

En juillet 2021, le groupe officialise l'acquisition des usines de Dalkia Wastenergy. En août 2021, Paprec annonce le rachat de la branche « Opération et Maintenance » de CNIM (laquelle exploite six incinérateurs et centres de tri) et l'arrivée des équipes concernées dans ses effectifs. La branche « Construction » reste dans le groupe CNIM. Les trois usines d'Inova Opérations et leurs équipes rejoignent la pôle Energies du groupe dès octobre 2021.

Paprec Energies représente ainsi une vingtaine d'unités de valorisation énergétique en France d'une capacité totale de 4 millions de tonnes valorisées. En 2021, son CA s'élève à 300 M€ pour 1 500 salariés.

### Mesures de soutien de la PPE

- Organiser une action pour stimuler les UIOM et les Unités de Valorisation Énergétique (UVE) à récupérer davantage de chaleur fatale. Cette action sera envisagée en lien avec la publication du BREF pour ce secteur et pourra s'appuyer sur un inventaire réalisé par le syndicat professionnel SN2E et le Syndicat national du traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et assimilés (SVDU) et sur l'expertise de l'ADEME.
- Maintenir les aides versées au titre du Fonds Déchets pour l'amélioration de l'efficacité énergétique des UIOM et du Fonds Chaleur pour le raccordement aux réseaux de chaleur de récupération.

Source : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023 et 2024-2028, Projet Janvier 2020

# Résultats détaillés

## Marchés liés à l'incinération des déchets ménagers

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France *	60	23	4	10	15	8	0	3	8	7	2	0	0
Construction, Études préalables	20	8	1	3	5	3	0	1	3	2	1	0	0
<b>Total des investissements</b>	<b>79</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>121</b>	<b>139</b>	<b>150</b>	<b>148</b>	<b>152</b>	<b>147</b>	<b>144</b>	<b>151</b>	<b>161</b>	<b>164</b>	<b>168</b>	<b>173</b>	<b>162</b>
<b>Marché total **</b>	<b>201</b>	<b>170</b>	<b>156</b>	<b>161</b>	<b>172</b>	<b>157</b>	<b>144</b>	<b>154</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>162</b>

(\*) En l'absence d'informations spécifiques, l'hypothèse est que tous les équipements sont fabriqués en France. Une autre hypothèse est que les exportations sont nulles.

(\*\*) Marché total = Total des investissements + Exploitation-maintenance et vente intérieure d'énergie

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Emplois liés à l'incinération des déchets ménagers

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux Investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	270	100	20	40	60	30	0	10	30	30	10	0	0
Construction, Études préalables	140	50	10	20	30	20	0	10	20	10	0	0	0
<b>Total</b>	<b>410</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>520</b>	<b>550</b>	<b>580</b>	<b>590</b>	<b>590</b>	<b>590</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>590</b>	<b>600</b>	<b>610</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>930</b>	<b>700</b>	<b>610</b>	<b>650</b>	<b>690</b>	<b>640</b>	<b>600</b>	<b>620</b>	<b>650</b>	<b>640</b>	<b>610</b>	<b>600</b>	<b>610</b>

Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

## Quantité de déchets incinérés et production d'énergie liée à l'incinération des déchets ménagers

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Déchets incinérés avec VE kt *	12 372	12 999	13 767	13 940	14 113	14 154	14 195	14 289	14 383	14 255	14 127	14 304	14 481
Production d'électricité GWh	1 627	1 884	1 991	2 116	2 241	2 085	1 988	2 014	2 180	2 262	2 294	2 325	2 118
Production de chaleur GWh	2 835	2 983	3 130	2 953	2 998	3 091	3 184	3 229	3 274	3 344	3 414	3 464	3 514
<b>Production totale GWh</b>	<b>4 462</b>	<b>4 867</b>	<b>5 121</b>	<b>5 069</b>	<b>5 239</b>	<b>5 176</b>	<b>5 172</b>	<b>5 243</b>	<b>5 454</b>	<b>5 605</b>	<b>5 707</b>	<b>5 789</b>	<b>5 632</b>

(\*) VE : Valorisation Énergétique. Les données manquantes sur les années impaires ne sont pas publiées par ITOM, mais estimées par In Numeri.

Sources : Production d'électricité : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables (Bilan des EnR) ; Production de chaleur : 2006 à 2012 : SDES, 2013 à 2020 : Évolution selon ADEME, Enquêtes ITOM

**Note :** Une correction est apportée sur les données issues de la base SINOE concernant les capacités réglementaires et les années de mise en service. Par conséquent, les résultats présentés cette année sont légèrement différents de ceux de l'édition précédente.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Déchets incinérés (tonne)</b>		ADEME, Enquêtes ITOM pour les années paires	**
<b>Investissements (M€)</b>			
Capacités en service (t.h)	Hypothèse de 8 000 h par an	SINOE	***
Coût de l'investissement (M€/t.h)		ADEME, Étude sur les marchés et les emplois des activités liées aux déchets	**
Réalisations annuelles (M€/t.h)	Répartitions sur 3 ans : ¼ en année n-2, ½ en année n-1 et ¼ en année n (année de la mise en service)	Estimation In Numeri	**
% des investissements liés à l'énergie renouvelable	Entre 14 et 22 %	ADEME ; CRE	**
Décomposition d'investissement (M€)	Fabrication d'équipements (75 %), Construction (16 %), Ingénierie (9 %)	Estimation In Numeri	**
<b>Production d'énergie issue des déchets ménagers renouvelables</b>			**
Production d'électricité (GWh)		SDES, Bilan des EnR	***
Production de chaleur (ktep)		2006 à 2012 : SDES 2013 à 2020 : Évolution selon ADEME (Enquêtes ITOM)	**
<b>Part de l'énergie vendue (%)</b>		ADEME, Enquêtes ITOM pour les années paires	**
<b>Prix de l'énergie (€/MWh)</b>			
Électricité (€/MWh)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes 1	***
Chaleur (€/MWh)		AMORCE-ADEME : Performances et recettes des UVE des ordures ménagères (2011) et Équilibre économique des UVE (2019)	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	CN, Branche A38.CK	**
Construction (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emploi]	CN, Branche A38.FZ	**
Études, ingénierie (ETP)	Ingénierie M€ x ratio [Production/Emploi]	CN, Branche A88.71	**
Vente d'énergie (ETP)	0,30 ETP/kt de déchets incinérés (part renouvelable)	ADEME, Étude sur les marchés et les emplois des activités liées aux déchets	**

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

# Méthode générale d'évaluation

## Périmètre

Dans cette fiche, on suit les marchés et les emplois directs liés au développement des capacités de production d'énergie renouvelable issues de l'incinération des déchets ménagers et assimilés (DMA). Les activités prises en compte sont la fabrication et l'installation des équipements de production d'électricité, de chaleur et d'élimination des déchets, la construction des usines (études préalables comprises), ainsi que l'exploitation-maintenance et la vente d'énergie issue des UIOM.

## Investissements intérieurs

Les réalisations annuelles sont estimées à partir d'une extraction de SINOE qui permet d'identifier les mises en service annuelles avec les capacités (tonne/an).

Les capacités sont transformées en tonne/heure sur la base d'une utilisation moyenne de 8 000 heures par an. Par la suite, on utilise un prix moyen de 5,9 M€/tonne.heure (ADEME 2010, Étude sur les marchés et les emplois des activités liées aux déchets). On obtient ainsi la valeur des unités mises en service pour les différentes années.

Pour passer des mises en service aux réalisations annuelles, on répartit les mises en service sur trois ans :  $\frac{1}{4}$  en année n-2,  $\frac{1}{2}$  en année n-1 et  $\frac{1}{4}$  en année n (n = année de la mise en service).

On retient un pourcentage de 22 % des investissements qui concernent la partie énergétique renouvelable. Ce taux est établi sur la base des données de la délibération de la CRE (2016) concernant le projet d'arrêt sur le complément de rémunération des incinérateurs.

Par la suite, les investissements sont décomposés de façon assez arbitraire entre la fabrication des équipements (75 %), la construction des unités (16 %), et l'ingénierie et les études préalables (9 %).

## Production d'énergie

Les données concernant la production brute d'électricité issue des déchets renouvelables sont issues du tableau de bord du SDES (bilan des EnR).

Pour la chaleur, les données sur la consommation finale issue des déchets urbains renouvelables sont issues du SDES. Ces données ne sont disponibles que de 2006 à 2012. À partir de 2013, on fait évoluer les données du SDES selon le taux d'évolution de la production d'énergie renouvelable : production d'électricité issue du SDES + production de la chaleur (autoconsommée et vendue) issue des enquêtes ADEME (ITOM) que l'on divise par deux pour ne tenir compte que de la partie renouvelable.

La part d'électricité et de chaleur vendue est estimée à partir des résultats des enquêtes ADEME (ITOM).

Pour l'électricité, les prix unitaires (€/MWh) sont issus des rapports de la CRE (Délibérations sur les CSPE, Annexes 1).

Pour la chaleur, on retient un prix de vente unique de 24 €/MWh (AMORCE-ADEME : Performances et recettes des Unités de Valorisation Énergétique (UVE) des ordures ménagères (2011) et Équilibre économique des UVE (2019)).

## Estimation des emplois

Pour calculer les emplois d'investissement, on utilise les ratios [Production/Emploi] des activités concernées issues des comptes nationaux (INSEE). Pour les équipements, on reprend le ratio des activités de fabrication (branche A38.CK). Pour la construction, on reprend le ratio de la construction (branche A38.FZ) et pour les études celui des activités d'architecture et d'ingénierie (branche A88.71). Ces ratios sont calculés à partir des données de la CN de 2006 à 2019. On garde les mêmes ratios 2019 pour l'année 2020.

Les emplois dans la production d'énergie sont calculés à partir des quantités incinérées (ADEME, Enquêtes ITOM ; Données Douanes). Selon la note ADEME sur les activités liées aux déchets (2010), l'emploi dans les UIOM est de 0,30 ETP/ktonne de déchets incinérés. Ce ratio est cohérent avec les résultats des enquêtes ITOM. De même que pour les investissements, on ne retient que les emplois liés à l'énergie renouvelable. On retient le taux de 14 % (ADEME).

# 13. Biogaz par méthanisation et ISDND

**+7 %**

Évolution du marché  
2019-2020

**4 % des emplois**

des filières EnR&R étudiées

**4 % des marchés**

des filières EnR&R étudiées

## Points clés

### Seuil des 2 TWh de biométhane injecté au réseau dépassé pour la première fois en 2020

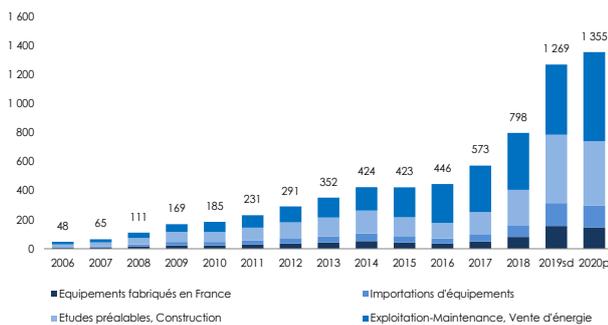
Fin 2020, la France compte près de 1 150 unités de méthanisation et d'ISDND produisant du biogaz (SINOE, SDES). La consommation d'énergie finale issue du biogaz (électricité, chaleur, biométhane) est en très forte progression depuis 2009, avec 10 278,8 GWh en 2020 (SDES). Cette même année, la quantité de biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel dépasse pour la 1<sup>ère</sup> fois le seuil des 2 TWh, contre 0,7 TWh en 2018.

### Tendances observées 2018-2020

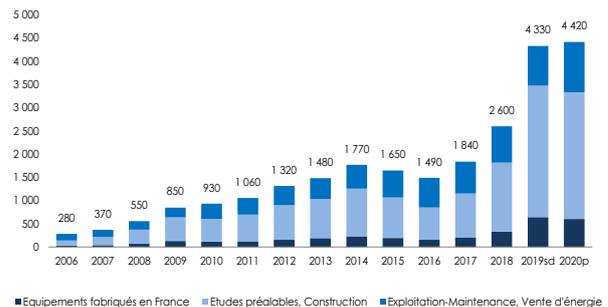
- Nombre d'installations annuelles ➔
- Investissements annuels (M€) ➔
- Emplois liés aux investissements (ETP) ➔
- Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) ➔

En 2020, le marché total de la filière s'élève à 1 355 M€, contre 798 M€ en 2018 (+33 % en moyenne par an), pour 4 420 ETP (en hausse de 34 % par an en moyenne par rapport à 2018).

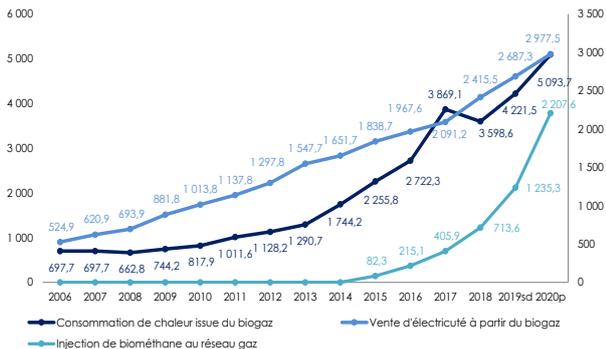
**Marchés liés au biogaz par méthanisation et ISDND (M€)**



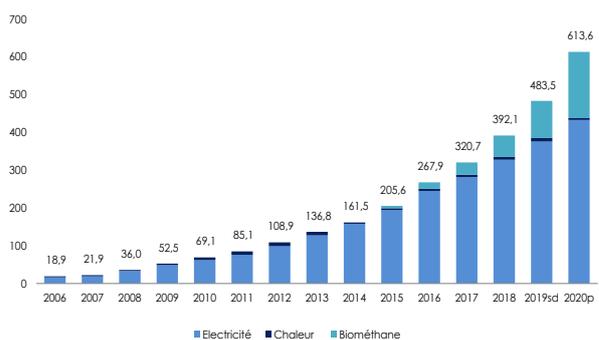
**Emplois associés au biogaz par méthanisation et ISDND (ETP)**



**Chaleur consommée, électricité vendue, biométhane injecté (GWh)**



**Valeur de l'énergie vendue (M€)**



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs de production et valorisation énergétique du biogaz : méthanisation à la ferme (agricole), méthanisation centralisée, méthanisation des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA), méthanisation des STEP (Stations d'Épuration), méthanisation industrielle, et biogaz issu des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND). Les emplois associés à la collecte des biodéchets et à la gestion du digestat sont des emplois de gestion des déchets et non de valorisation du biogaz. Ils sont donc exclus de la présente fiche. En 2019, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2020, d'estimations provisoires.

**Fabrication d'équipements**  
**Études préalables, Construction**  
**Vente d'énergie**

Fabrication de machines, de turbines et de moteurs  
 Pose des équipements, ingénierie et études préalables  
 Maintenance des équipements, vente d'énergie issue de la valorisation du biogaz (électricité, chaleur, biométhane injecté au réseau)

## Contexte réglementaire

### Évolution du dispositif de soutien pour les producteurs d'électricité

À partir de 2006, différentes mesures créaient des conditions favorables au développement de la filière, notamment l'augmentation du prix d'achat de l'électricité issue du biogaz, l'autorisation d'injection du biogaz épuré dans le réseau de distribution de gaz naturel, ainsi que la clarification du régime au titre des installations classées.

Dès 2016, les méthaniseurs de plus de 500 kW produisant de l'électricité (par cogénération) sont soutenus par appels d'offres, tandis que ceux de moins de 500 kW continuent à être soutenus par le mécanisme de l'obligation d'achat, avec un tarif d'achat garanti sur 20 ans. Les tarifs d'achat de l'électricité des nouvelles unités se calculent à partir d'un tarif de base situé entre 150 €/MWh et 175 €/MWh (en fonction de la puissance de l'installation). À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2018, ce tarif diminue de 0,5 % par trimestre pour les nouveaux contrats. Une prime de 50 €/MWh au maximum est également attribuée pour les effluents d'élevage.

### Tarifs de soutien pour le biométhane en injection

L'injection de biométhane dans les réseaux continue à être soutenue selon le principe d'obligation d'achat, conditionnée à la qualité du biogaz et à la préservation du bon fonctionnement des réseaux.

Selon la taille de l'installation, les tarifs d'achat (fixés sur 15 ans) du biométhane injecté en 2020 sont compris entre 6,4 et 9,5 c€/kWh pour toutes les unités (hors ISDND). Pour les ISDND, ils sont compris entre 4,5 et 9,5 c€/kWh. S'y ajoute une prime dépendant de la nature des intrants et pouvant aller jusqu'à 3,9 c€/kWh pour des boues de STEP.

### Fonds Chaleur et Fonds Déchets

Depuis 2007, l'ADEME finance les projets de méthanisation à travers le Fonds Déchets. À partir de 2015, une répartition des financements est mise en place entre le Fonds Déchets (pour les projets avec valorisation du biogaz produit en cogénération) et le Fonds Chaleur (pour les projets avec valorisation directe de la chaleur et des projets d'injection de biométhane dans les réseaux de gaz). Ces aides s'élèvent à :

- **Fonds Chaleur** : de 22,5 M€ pour 48 unités en 2018 à 55,1 M€ pour 107 unités en 2019 (soit 2,4 fois plus d'aides) et 52,5 M€ pour 113 unités en 2020 (-5 % en un an).
- **Fonds Déchets** : 18 M€ en 2018, 11 M€ en 2019 et 7 M€ en 2020 (baisse de 38 % en moyenne par an).

#### 2006

- 16 juillet : Arrêté augmentant de 50 % les tarifs d'achats de l'électricité issu du biogaz

#### 2011

- 19 mai : Arrêté fixant de nouveaux tarifs d'électricité (primes comprises)
- 23 novembre : Arrêté fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel

#### 2015

- 24 mars : Création du Comité National Biogaz regroupant des représentants de l'Etat et de la filière
- 30 octobre : Arrêté revalorisant les tarifs d'achat des installations de méthanisation et STEP existantes en signant un avenant à leur contrat d'achat

#### 2016

- 13 décembre : Arrêté fixant les conditions d'achat de l'électricité pour les installations existantes de moins de 500 kW

#### 2017

- 9 mai : Arrêté fixant les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité issue des installations industrielles et des STEP (Stations d'Épuration des eaux usées)

#### 2018

- 30 octobre : Promulgation de la Loi EGAlim

#### 2019

- 28 juin : Décret relatif aux renforcements des réseaux de transport et de distribution de gaz naturel nécessaires pour permettre l'injection du biogaz produit (Droit à l'injection)
- 3 septembre : Arrêté fixant les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité produite par les ISDND
- 14 novembre : Délibération de la CRE sur la mise en oeuvre du droit à l'injection

#### 2020

- 9 novembre : Réforme du mécanisme de garantie d'origine
- 23 novembre : Arrêté du fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel

### Production de biogaz en Europe

En 2020, l'Allemagne est le premier pays européen en termes de production primaire de biogaz, avec 90,1 TWh, soit 53 % de la production de l'Union Européenne (171,1 TWh). Les autres pays européens sont loin derrière l'Allemagne : Italie (23,5 TWh), France (13,2 TWh) et la République Tchèque (6,9 TWh).

Source : EurObserv'ER (2021), État des énergies renouvelables en Europe, 20<sup>ème</sup> bilan

# Les acteurs de la filière du biogaz par méthanisation et ISDND

## Équipements

Les premiers constructeurs européens de moteurs à gaz naturel utilisés dans la valorisation du biogaz sont des filiales généralement allemandes de groupes américains (Waukesha Dresser, GE Jenbacher, Caterpillar). On compte aussi des entreprises anglaises (Centrax, Clarke Energy).

Les entreprises spécialisées dans les systèmes de traitement du biogaz sont plus diversifiées, avec une prédominance allemande. De petites structures françaises sont récemment venues compléter ce secteur, favorisées notamment par la filière biométhane agricole, en particulier dans le domaine de l'épuration où plusieurs entreprises se développent (PRODEVAL via VALOPUR, GASEO Développement).

## PME françaises dans l'ingénierie

De nombreuses PME françaises sont actives dans l'intégration, l'ingénierie et les études techniques liées aux projets de valorisation du biogaz (Veolia, Suez Environnement, Artelia).

## Épuration du biogaz en biométhane

Ces dernières années, plusieurs entreprises françaises se sont spécialisées dans l'épuration du biogaz en biométhane :

- **Deltalys** : La société met en œuvre un nouveau type d'adsorbants, formulés et produits à partir de déchets et coproduits végétaux. Ce procédé est une alternative aux charbons actifs couramment employés pour capter les principaux contaminants du biogaz.
- **Arol Energy** : Cette entreprise conçoit une solution inspirée du monde du gaz naturel, qui constitue à éliminer le CO<sub>2</sub> du biogaz par un procédé de lavage aux amines (CA de 9,2 M€ en 2020).
- **Cryo Pur et Waga Energy** : Ces deux startups sont spécialisées dans une autre famille d'approches novatrices de purification du biogaz, à savoir la cryogénie. Cryo Pur ambitionne d'avoir une dizaine d'installations opérationnelles en Europe (avec une enveloppe de 9 M€). Le CA dégagé de la première installation s'élève à 2 M€. Waga Energy est basée à Meylan (Isère). L'entreprise dispose également d'une filiale à Philadelphie (États-Unis).

## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

## Filières de production et de valorisation du biogaz

Il existe en France plusieurs filières de production et de valorisation du biogaz : les unités de traitement des matières agro-agricoles (unités à la ferme/agricoles), les unités de traitements des biodéchets de l'industrie agroalimentaire (IAA ; centralisées/territoriales), la filière de méthanisation des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA), les Stations d'Épuration des eaux usées (STEP) ou industrielles (chimie, papeteries), ainsi que les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Fin 2020, près de 990 unités produisent et valorisent du biogaz par méthanisation (hors ISDND ; inventaires ADEME-Observ'ER de la base SINOE). La majorité de ce parc (67 %) concerne les unités agricoles, avec 661 installations, dont 528 en cogénération, 114 en injection et 19 chaudières. S'en suivent les unités centralisées (113 unités, dont 55 en cogénération, 55 en injection et 3 chaudières), les unités industrielles (113) et les STEP (84). Au final, il existe 16 unités de méthanisation des DMA.

À ce parc, s'ajoutent les 151 ISDND produisant de l'électricité (d'une puissance totale de 269 MW) et 11 ISDND produisant du biométhane injecté dans les réseaux de gaz (pour une production annuelle de 166 GWh)<sup>85</sup>.

<sup>85</sup> SDES, Tableau de bord du biogaz et du biométhane, 4<sup>ème</sup> trimestre 2020

## Légère baisse des investissements en 2020

Selon l'inventaire de l'ADEME et d'Observ'ER de la base de données SINOE (publication 2021), le rythme des nouvelles mises en service (hors ISDND) reste soutenu en 2020, avec plus de 220 nouvelles unités : 156 unités agricoles, 39 unités centralisées, 18 STEP, 7 unités industrielles et 2 DMA. Parmi ces installations, 111 unités sont en cogénération, 105 en injection et 6 sont des chaudières. Une seule ISDND est mise en service cette même année. L'exploitation de ces dernières reste une activité très concentrée, assurée par Suez Environnement, Veolia.

Après avoir presque doublé entre 2018 (406 M€) et 2019 (785 M€), les investissements intérieurs diminuent de 6 % en 2020 et s'élève à 741 M€.

## Quantité de biométhane injecté au réseau multiplié par 1,8 en 2020

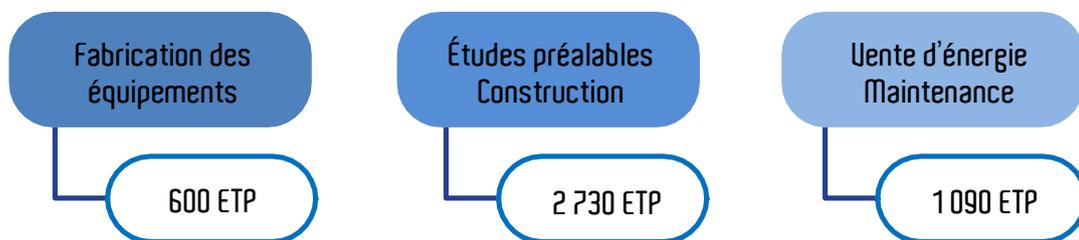
La valeur de l'énergie vendue passe de 392 M€ en 2018 à 483 M€ en 2019 et 614 M€ en 2020.

Pour la première fois, l'injection de biométhane dans le réseau naturel français dépasse le seuil de 1 TWh en 2019, avec 1 235,3 GWh. En 2020, la quantité de biométhane produit et injecté quasi double et dépasse les 2 TWh (SDES).

La production d'électricité issue du biogaz augmente en moyenne de 11 % par an entre 2018 et 2020, passant de 2,4 TWh (207,7 ktep) à 3,0 TWh (256,1 ktep). La hausse des tarifs d'achat est de 5 % par an en moyenne sur cette période. Ces derniers passent de 153,6 €/MWh en 2018 à 167,7 €/MWh en 2020 (CRE).

La consommation d'énergie thermique issue du biogaz augmente de 19 % en moyenne par an entre 2018 (3,6 TWh) et 2020 (5,1 TWh).

## Des emplois majoritairement dans les études et la construction des installations



En 2020, la filière biogaz par méthanisation et ISDND emploie 4 420 ETP, en légère augmentation de 2 % par rapport à 2019. La baisse de 4 % des emplois d'investissement est compensée par l'augmentation de 27 % des emplois d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie (de 860 ETP en 2019 à 1 090 ETP en 2020).

En 2020, les emplois se situent principalement dans la construction des unités, l'installation des équipements et les études préalables nécessaires, avec 2 730 ETP (-4 % par rapport à l'année précédente). Les emplois de fabrication d'équipements passent de 640 ETP en 2019 à 600 ETP (-6 %).

## Objectifs de la PPE us. Estimation préliminaire 2021

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) pour la filière « méthanisation » à horizon 2023 et 2028.

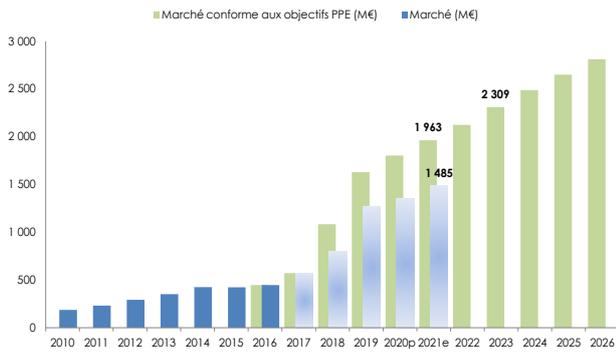
Production de biogaz (TWh)			
2018	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
7,2 TWh dont 0,7 TWh injecté	14 TWh dont 6 TWh injecté	24 TWh dont 14 TWh injecté	32 TWh dont 22 TWh injecté

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

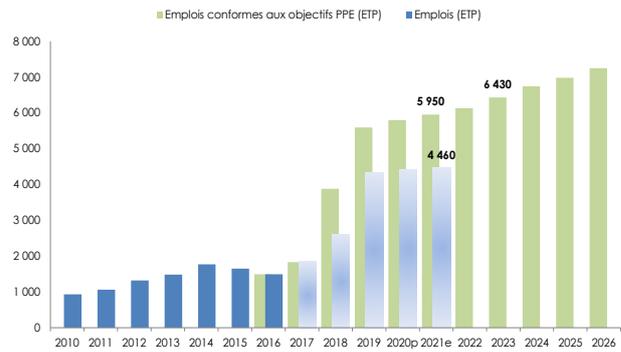
Les objectifs moyens 2028 correspondent donc à une production de 18 TWh de biogaz en injection dans les réseaux (contre seulement 0,7 TWh en 2018 ; SDES). Ces objectifs s'inscrivent dans la perspective que le biogaz atteigne 7 % de la consommation de gaz en 2030 si les baisses de coût visées dans la trajectoire de référence sont bien réalisées, et jusqu'à 10 % en cas de baisse de coûts supérieure.

Pour les ISDND, les objectifs de la PPE correspondent à une baisse des intrants (notamment des biodéchets) dans les installations et, par conséquent, une baisse de la production (primaire) de biogaz des ISDND pour atteindre 2,5 TWh en 2025.

**Marchés liés au biogaz par méthanisation et ISDND (M€)**



**Emplois associés au biogaz par méthanisation et ISDND (ETP)**



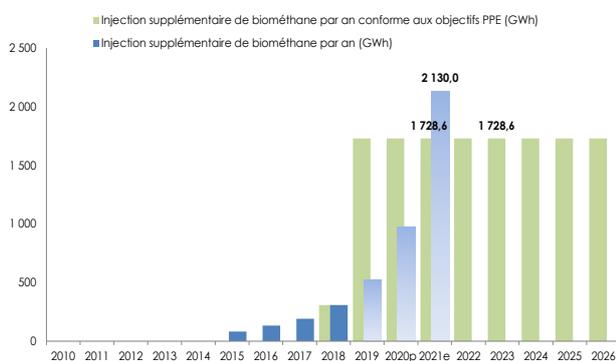
(\*) Hypothèses : estimations réalisées à coûts, prix et ratios d'emplois courants de 2010 à 2020 et à coûts, prix et ratios d'emplois constants 2020 à partir de 2021 ; p : provisoire ; e : estimé  
 Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur les objectifs moyens 2028 (et sans considération de l'objectif intermédiaire 2023), le marché total du biogaz est estimé à 1 963 M€ en 2021 et 2 309 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 1 082 M€, et l'exploitation-maintenance des différentes installations est estimée à 1 227 M€. Les emplois atteindraient 6 430 ETP en 2023 : 4 860 ETP liés aux investissements et 1 580 ETP liés à l'exploitation-maintenance.

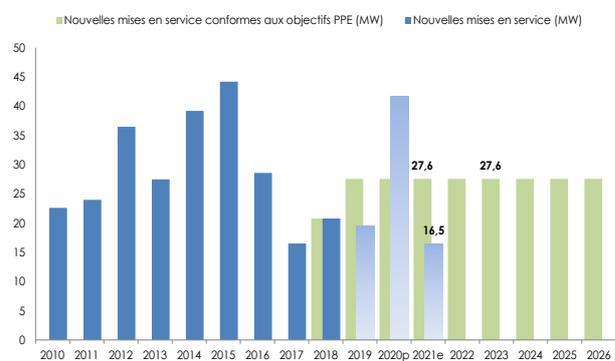
Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par l'estimation préliminaire 2020. Cette tendance reste inférieure à la trajectoire PPE : 1 485 M€ et 4 460 ETP pour la tendance, 1 963 M€ et 5 950 ETP pour la trajectoire PPE.

Cette comparaison reflète la différence entre les nouvelles capacités à mettre en service annuellement selon chaque cas de figure. Selon les tableaux de bord du biométhane du SDES, la production supplémentaire de biométhane en injection réseau s'élève à 2,1 TWh en 2021. Alors que pour atteindre l'objectif de la PPE, il suffirait d'injecter 1,7 TWh de biométhane supplémentaire cette même année. Pour autant, côté cogénération, la puissance totale des projets retenus par le bilan Fonds Déchets de l'ADEME (année 2019 avec mise en service en 2021) s'élève à 16,5 MWe. Hors, afin d'atteindre les objectifs de la PPE, il faudrait mettre en service 27,6 MWe (+68 %).

**Biométhane supplémentaire injecté au réseau par an (GWh)**



**Nouvelles mises en service annuelles (MWe)**



Source : Estimations IN NUMERI

Même si les conditions de décollage de la filière biogaz sont désormais réunies, pour l'instant, le secteur a encore besoin des dispositifs de soutien public<sup>86</sup>. Les porteurs de projets se heurtent encore à des problèmes de financement. Une situation qui peut s'expliquer par des coûts élevés liés à un modèle français multi intrants nécessitant des équipements supplémentaires, ainsi qu'à un manque de standardisation permettant une baisse des coûts.

<sup>86</sup> Xerfi (2016), Le marché du biogaz à l'horizon 2015-2020 – Dynamique par filière et décryptage du modèle économique d'un projet

# Perspective de la filière

## Autres perspectives à moyen terme avec les projets soutenus par l'ADEME

Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, la filière compte 1 310 unités produisant du biogaz (dont 161 ISDND), ce qui représente l'installation de 160 unités supplémentaires en un an (SDES, Tableaux de bord biogaz et biométhane, 4<sup>ème</sup> trimestre 2021).

De nombreux projets de méthanisation sont soutenus par l'ADEME (via le Fonds Chaleur et le Fonds Déchets). Les investissements annuels liés à chaque projet sont répartis entre 2 à 3 ans antérieurs à la mise en service selon la structure des unités :

- **Bilans 2020** (projets retenus en 2020 ; mises en service prévues en 2022) : 146 projets représentant un investissement total de 736,4 M€. Puissance cumulée de 10 MWe et débit total de plus de 15 000 Nm<sup>3</sup>/h de biogaz. Énergie supplémentaire produite par l'ensemble de ces projets de 1,4 TWh sur l'année de leur mise en service, dont la quasi-totalité (92 %) en biométhane injecté au réseau de gaz naturel.
- **Bilans 2021** (projets retenus en 2021 ; mises en service prévues en 2023) : 121 projets représentant un investissement total de 688,7 M€. Énergie supplémentaire produite par l'ensemble des projets du FC de 1,4 TWh (biométhane injecté) sur l'année de leur mise en service.

Une procédure d'autorisation unique pour les projets de méthanisation est expérimentée. L'objectif est de réduire les démarches administratives à une seule entrée et un seul interlocuteur, de réduire les délais d'instruction à 10 mois, et de restreindre la période de recours en justice à 2 mois après l'obtention de l'autorisation d'exploitation.

## Renforcement demandé pour le droit à l'injection

Par la multiplicité de ses usages et bénéficiant d'un réseau national d'infrastructures développés sur une large partie du territoire, la filière méthanisation par injection de biométhane est en mesure d'apporter une réponse aux enjeux fixés par la Loi Énergie-Climat<sup>87</sup> (objectif de 10 % de gaz renouvelables dans les consommations de gaz en 2030).

Actuellement, cette filière bénéficie de retours d'expérience positifs, notamment en tant que support au développement des territoires et de l'économie circulaire<sup>88</sup>. De nombreux territoires se lancent également dans le développement de la filière : pacte biogazier breton, West Grid Synergy (réseau intelligent pour le gaz), plan d'actions méthanisation en Grand Est, et pacte des Ardennes entre autres.

Malgré ces avantages, le développement du biométhane est confronté à la concurrence à court-terme des énergies fossiles. Par conséquent, la filière s'engage dans une feuille de route ambitieuse afin de réduire progressivement ses coûts de production et de devenir économiquement compétitive. Les opérateurs de réseaux se mobilisent en particulier pour réaliser, dans le cadre du nouveau droit à l'injection, les adaptations et renforcements du réseau de gaz nécessaires pour permettre l'injection de biométhane.

<sup>87</sup> Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat

<sup>88</sup> GRDF, GRTgaz, SER, SPEGNN, TERÉGA (2020), Panorama du gaz renouvelable en 2019

# Résultats détaillés

## Marchés liés au biogaz par méthanisation et ISDND

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Investissements intérieurs</b>													
Equipements fabriqués en France	6	15	23	29	36	43	53	43	36	50	81	157	148
Importations d'équipements	6	15	23	29	36	43	53	43	36	50	81	157	148
Études préalables, Construction	18	45	69	87	109	129	158	130	107	151	244	471	445
<b>Total des investissements</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	<b>116</b>	<b>145</b>	<b>182</b>	<b>215</b>	<b>263</b>	<b>217</b>	<b>178</b>	<b>252</b>	<b>406</b>	<b>785</b>	<b>741</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>19</b>	<b>36</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	<b>109</b>	<b>137</b>	<b>161</b>	<b>206</b>	<b>268</b>	<b>321</b>	<b>392</b>	<b>483</b>	<b>614</b>
<b>Marché total *</b>	<b>48</b>	<b>111</b>	<b>185</b>	<b>231</b>	<b>291</b>	<b>352</b>	<b>424</b>	<b>423</b>	<b>446</b>	<b>573</b>	<b>798</b>	<b>1 269</b>	<b>1 355</b>
<b>Production **</b>	<b>42</b>	<b>96</b>	<b>162</b>	<b>201</b>	<b>255</b>	<b>309</b>	<b>372</b>	<b>380</b>	<b>411</b>	<b>523</b>	<b>717</b>	<b>1 112</b>	<b>1 207</b>

(\*) *Marché total = Total des investissements + Exploitation-maintenance et vente intérieure d'énergie*

(\*\*) *Production = Marché total – Importations*

*Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires*

## Emplois associés au biogaz par méthanisation et ISDND

Emplois (ETP)	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019sd	2020p
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>													
Fabrication des équipements	30	70	110	120	160	190	230	190	160	210	330	640	600
Études préalables, Construction	110	310	490	570	750	840	1 030	870	700	950	1 490	2 830	2 730
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>370</b>	<b>610</b>	<b>700</b>	<b>900</b>	<b>1 040</b>	<b>1 260</b>	<b>1 070</b>	<b>850</b>	<b>1 150</b>	<b>1 820</b>	<b>3 470</b>	<b>3 330</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>140</b>	<b>180</b>	<b>320</b>	<b>360</b>	<b>410</b>	<b>450</b>	<b>520</b>	<b>580</b>	<b>640</b>	<b>690</b>	<b>780</b>	<b>860</b>	<b>1 090</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>280</b>	<b>550</b>	<b>930</b>	<b>1 060</b>	<b>1 320</b>	<b>1 480</b>	<b>1 770</b>	<b>1 650</b>	<b>1 490</b>	<b>1 840</b>	<b>2 600</b>	<b>4 330</b>	<b>4 420</b>

*Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires*

## Parc des installations de valorisation du biogaz

Nombre	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
DMA	4	5	6	7	8	8	10	13	13	13	13	14	16
STEP et unités industrielles	77	83	153	156	157	157	157	157	160	162	165	175	197
Unités agricoles	4	9	38	60	107	141	202	255	307	360	467	505	661
Unités centralisées	2	3	8	11	18	21	27	34	40	48	56	74	113
ISDND	-	-	-	-	-	-	-	138	146	151	161	161	162
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>205</b>	<b>234</b>	<b>290</b>	<b>327</b>	<b>396</b>	<b>597</b>	<b>666</b>	<b>734</b>	<b>862</b>	<b>929</b>	<b>1 149</b>

*Sources : ADEME et Observ'ER (2020 et 2021), Chiffres clés du parc d'unités de méthanisation en France au 1er janvier 2020 et 2021 ; SINOE ; SDES, Tableaux de bord du biogaz et du biométhane, 4ème trimestre*

## Consommation finale d'énergie issue de la valorisation du biogaz

GWh	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consommation de chaleur	697,7	662,8	817,9	1 011,6	1 128,2	1 290,7	1 744,2	2 255,8	2 722,3	3 869,1	3 598,6	4 221,5	5 093,7
Production d'électricité	524,9	693,9	1 013,8	1 137,8	1 297,8	1 547,7	1 651,7	1 838,7	1 967,6	2 091,2	2 415,5	2 687,3	2 977,5
Injection de biométhane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,3	215,1	405,9	713,6	1 235,3	2 207,6

*Sources : SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables et Tableau de bord biométhane injecté dans les réseaux de gaz*

**Note :** *En se basant sur l'inventaire des unités de SINOE réalisé par l'ADEME et Observ'ER, les données sur les caractéristiques des différentes unités (nombre d'unités, puissance électrique, capacité d'injection) sont corrigées. Les résultats présentés cette année sont par conséquent légèrement différents de ceux de l'édition précédente.*

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements (M€)</b>			
Méthanisation des DMA (M€)	Répartition du coût sur 3ans : 25 % (n-2) + 50 % (n-1) + 25 % (n)	ADEME-Observ'ER <sup>89</sup> Base SINOE ; Communiqués de presse	***
Méthanisation industrielle/STEP (M€)	Répartition du coût sur 3ans : 25 % (n-2) + 50 % (n-1) + 25 % (n) Coût unitaire : - Puissance connue : 8 M€/MW - Puissance inconnue : 1 M€/MW (industrie) et 2 M€/MW (STEP) - Injection : 40 M€/km <sup>3</sup>	ADEME-Observ'ER ; Base SINOE	**
Méthanisation à la ferme (M€)	Répartition du coût sur 2 ans Coût unitaire : - 2006 à 2010 : 5,5 M€/MW - 2011 à 2017 : 9,6 M€/MW - Injection : 41,0 k€/Nm <sup>3</sup> /h	ADEME-Observ'ER ; Base SINOE EREP, Rapport 2010	**
Méthanisation centralisée (M€)	Répartition du coût sur 2 ans Coût unitaire : - 2006 à 2010 : 6,0 M€/MW - 2011 à 2017 : 8,2 M€/MW - Injection : 39,0 k€/Nm <sup>3</sup> /h	ADEME-Observ'ER ; Base SINOE C. Couturier Solagro (2005), Overview of centralized biogas plants projects in France	**
Projets ADEME (M€)	Répartition du coût sur 3ans : 25 % (n-2) + 50 % (n-1) + 25 % (n) Projets retenus à partir de 2017	ADEME : Bilans Fonds Chaleur et Fonds Déchets ; Communications internes	**
ISDND (M€)	Coût unitaire : 1 M€/MW	SDES, Tableau de bord biogaz	**
<b>Décomposition des investissements (M€)</b>			
Fabrication des équipements (M€)	40 % des investissements, dont 50 % d'importations	Hypothèse In Numeri	**
Études préalables (M€)	10 % des investissements	Hypothèse In Numeri	**
Construction (M€)	50 % des investissements	Hypothèse In Numeri	**
<b>Vente d'énergie (M€)</b>			
Électricité (M€)	Quantité vendue GWh x Prix €/MWh	Quantité produite : SDES ; ADEME, Bilans Fonds Chaleur et Fonds Déchets Quantité vendue et prix : CRE	***
Chaleur (M€)	Quantité vendue issue des ISDND GWh x Prix €/MWh	Quantité produite : SDES ; ADEME, Bilans Fonds Chaleur, Fonds Déchets et ITOM Quantité vendue : SDES ; ADEME Prix : Enquêtes SNCU	***
Biométhane (M€)	Quantité injectée GWh x Prix €/MWh	Quantité injectée : SDES, Tableau de bord biométhane Prix : Panorama du gaz renouvelable	
<b>Emplois d'investissement (ETP)</b>			
Fabrication des équipements (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2019 : ESANE (NAF 28) et CN (Branche A38.CK)	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2019 : ESANE (NAF 71.12B) et CN (Branche A88.71)	**
Construction (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2019 : ESANE (NAF 43.99) et CN (Branche A88.43)	**
<b>Emplois de vente d'énergie/maintenance (ETP)</b>			
Décharges ISDND (ETP)	Électricité issue des ISDND GWh x ratio de 0,10 ETP/GWh	SDES ; CRE ; ADEME, Enquêtes ITOM ADEME (2010), Marchés et emplois des activités liées aux déchets	**
Méthanisation des DMA (ETP)	Tonnage x ratio de 0,07 ETP/kt	ADEME-Observ'ER ; Base SINOE ; SER	**
Autres installations (ETP)	Nombre d'installation x ratio de 0,90 ETP/installation	ADEME-Observ'ER ; Base SINOE ADEME, Bilans FC-FD	**

Note : 1 ktep = 11,63 GWh

(\*) Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

<sup>89</sup> ADEME et Observ'ER (2020 et 2021), Chiffres clés du parc d'unités de méthanisation en France au 1<sup>er</sup> janvier 2020 et 2021

# Méthode générale d'évaluation

La fiche suit les marchés liés au développement des capacités de production de biogaz. Elle distingue et étudie individuellement les filières suivantes :

- Les unités de méthanisation des déchets ménagers et assimilés (DMA) ;
- Les stations d'épuration des eaux usées (STEP) et les installations industrielles ;
- Les unités de traitement des effluents agricoles et agro-alimentaires (à la ferme, centralisée) ;
- Les installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND).

Cette année, la fiche suit non seulement la production d'énergie marchande par les installations valorisant le biogaz sous forme de chaleur et d'électricité, mais également l'injection du biométhane dans les réseaux de gaz (valorisation sous forme de biogaz carburant).

## Investissements intérieurs

Pour les trois premières filières, on fait le point sur le développement des unités de production du biogaz à partir de l'inventaire de l'ADEME-Observ'ER (unités ouvertes de 2006 à 2020) et des projets soutenus par le Fonds Chaleur et le Fonds Déchets de l'ADEME (projets acceptés dont l'ouverture est supposée dès 2020).

Pour certaines filières, on dispose des montants d'investissement (coûts du projet). Pour d'autres, on calcule les investissements à partir des puissances installées (MW) ou du débit de biogaz (Nm<sup>3</sup>/h) en utilisant des prix unitaires. On affecte une partie des investissements à la production et à la valorisation du biogaz, l'autre partie étant affectée à la gestion des déchets.

Pour les ISDND, les installations (MW) proviennent du tableau de bord biogaz du SDES, auxquelles on affecte un prix unitaire.

Par la suite, on procède à une estimation des réalisations annuelles en faisant des hypothèses sur la période de réalisation. Les investissements annuels sont décomposés entre la valeur des équipements, de la construction des unités et des études préalables. On suppose que l'ensemble de ces activités est réalisé en France, hormis les équipements qui sont à 50 % importés.

Les emplois associés à chaque activité sont estimés à partir de ratio [Production/Emploi] issus de la Comptabilité Nationale (CN) et de la base ESANE.

## Ventes intérieures d'énergie

Les données concernant la consommation finale d'électricité produite via la valorisation du biogaz sont présentées dans le tableau de bord des énergies renouvelables du SDES. Les données concernant la valeur de l'électricité issue de la valorisation du biogaz et vendue sur le marché intérieur sont issues des rapports de la CRE. Les données sur la partie de l'électricité produite dans les ISDND et vendue sur le marché sont issues des enquêtes ITOM (ADEME).

Les données sur la quantité consommée de chaleur issue du biogaz sont issues du tableau de suivi de la directive européenne relative aux EnR (SDES). Les données concernant les quantités produites dans les ISDND et vendues par la suite sont issues du SDES jusqu'en 2012 et des enquêtes ITOM (ADEME) pour les années suivantes. On valorise la chaleur consommée avec la part variable des prix de la chaleur des réseaux de chaleur (enquêtes SNCU).

Les données sur la quantité de biométhane injecté dans les réseaux de gaz français sont issues du tableau de bord biométhane du SDES. Ces données sont disponibles qu'à partir de 2015. On valorise le biométhane injecté en retenant la moyenne du tarif d'achat de référence pour les unités de méthanisation (hors ISDND ; Panorama du gaz renouvelable en 2019).

Les emplois associés à la production d'énergie sont estimés selon le type d'installations avec divers ratios [emploi par énergie produite, par tonnes de matière entrante, par nombre d'installations].

# 14. Réseaux électriques intelligents

## Points clés

### Quantification complexe du marché des REI

La profonde mutation du système énergétique passe par l'intégration au système électrique d'un ensemble de services de flexibilité et d'information (avec fonctions avancées) faisant appel à des ressources (matériels et systèmes d'information) reposant sur des technologies de l'information et de la communication. On parle alors de Réseaux Électriques Intelligents (REI).

L'action 5 du Plan REI (2014) vise à définir un cadre méthodologique pour quantifier les gains et les coûts des différentes actions liées au déploiement des REI d'un point de vue économique, environnemental et social (au sens des effets sur l'emploi). Pour cela, cette action identifie les fonctions avancées et suffisamment matures pour envisager le déploiement des REI à grande échelle à un horizon proche, ainsi que leurs périmètres.

Le rapport « Valorisation socio-économique des réseaux électriques intelligents – Méthodologie et premiers résultats » (RTE 2015) identifie des ressources et propose des ratios d'emplois. Le rapport de 2017 fait une estimation des bénéfices à horizon 2030 de l'ensemble des REI développées par les gestionnaires de réseau de transport et de distribution français. Selon ces estimations, les fonctions de REI peuvent apporter à terme 400 M€ de bénéfices nets par an pour la collectivité. À ces bénéfices s'ajoutent les bénéfices pour le réseau public de transport (plusieurs dizaines de M€/an) et ceux réalisés par les gestionnaires de réseau public de distribution.

Cependant, les rapports de RTE ne proposent pas de quantification ou de calendrier pour le déploiement effectif de ces fonctions.

À supposer que son périmètre soit précisément défini, le suivi de la filière des REI se heurte, en outre, au fait que les produits et les activités correspondantes ne sont pas encore spécifiquement identifiés dans les nomenclatures statistiques.

Par ailleurs, s'il est possible d'identifier des acteurs importants dans le développement des REI (RTE, Enedis, Grid Solutions, Schneider Electric, ADEEF entre autres), leur activité spécifique dans les réseaux intelligents n'est pas isolable. Il n'est donc pas encore possible de proposer, sans une enquête spécifique, un suivi des marchés de la filière des REI sur le modèle de ce qui est fait dans le reste de l'étude « Marchés et Emplois ».

Dans la présente fiche, après un état des lieux de la filière REI en général, seul est considéré le marché associé au déploiement des compteurs Linky.

---

<b>Nombre de projets Smart Grids développés ou en cours de développement (page 150)</b>	98
-----------------------------------------------------------------------------------------	----

---

<b>Nombre de compteurs Linky posés fin 2020 (millions)</b>	30,0
------------------------------------------------------------	------

---

### Conscience mondiale de la nécessité de passer aux réseaux intelligents

**Europe :** Ensemble de l'Italie, la Suède, la Finlande, le Luxembourg, l'Irlande et l'Autriche équipé de compteurs intelligents.

**États-Unis :** Modernisation des réseaux électriques depuis une dizaine d'années. Investissements programmés par l'American Recovery Reinvestment Act 2009 avec 4,5 Mds\$ d'argent public alloué.

**Chine :** Plan d'investissement de 96 Mds\$ entre 2010 et 2020 pour moderniser le réseau électrique du pays via de nombreuses solutions intelligentes. Objectifs : utilisation rationnelle des EnR et lutte contre le gaspillage d'électricité.

**Inde :** Volonté politique et capacité d'investissement considérable notamment dans les démonstrateurs et projets pilotes.

**Japon :** Généralisation des compteurs communicants d'ici 2024, soit 78 millions de compteurs posés (Source : Market Insight Reports)

**Corée du Sud :** Plan « Compteurs intelligents » dès 2015 avec 155 M\$ investis.

Le marché mondial des smart grids atteindrait entre 75 et 100 Mds\$ en 2020, avec un taux de croissance de 15 % (Cabinets Navigant Research et Transparency Market Research). Selon une étude de l'Agence Internationale de l'Énergie (2018), un déploiement massif des smart grids offrirait des économies de 80 Mds\$ par an entre 2016 et 2024, soit 5 % des coûts annuels de production d'électricité. Ce déploiement dégagerait 185 GW de flexibilité énergétique, soit 270 Mds\$ d'investissement dans de nouvelles sources d'électricité évitées.

Source : [www.les-smartgrids.fr](http://www.les-smartgrids.fr)

## Cadre réglementaire

### Objectifs ambitieux pour un enjeu stratégique

La maîtrise de la consommation d'énergie par la réduction de la consommation d'énergies fossiles, l'intégration des énergies renouvelables et de récupération, ainsi que le déploiement de nouvelles utilisations de l'électricité et de nouvelles modalités de stockage imposent une profonde mutation du système énergétique. Le système électrique notamment doit évoluer afin d'intégrer les actions de l'ensemble des acteurs (producteurs et consommateurs) et garantir une même qualité de service tout en maîtrisant les coûts. Le déploiement des Smart Grids<sup>90</sup> s'inscrit ainsi à la croisée de trois évolutions : transition énergétique, transformation numérique et recomposition territoriale.

La feuille de route du Plan « Réseaux Électriques Intelligents » de RTE (2014) a pour vocation la consolidation des filières électriques et informatiques françaises à forte croissance et créatrices d'emplois. La France compte sur les leaders mondiaux dans les technologies concernées : data centers, opérateurs de réseaux électriques et de télécoms, fabricants de composants.

#### 2009

- Directive Du Parlement Européen et du Conseil concernant les règles communes pour le marché intérieur de l'électricité

#### 2014

- Objectifs du Plan Réseaux Électriques Intelligents (REI) avec 25 000 emplois directs et un chiffre d'affaires minimum de 6 Mds€ en France d'ici 2020

#### 2015

- LTECV : Baisse de 40 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 1990, hausse de la part des EnR dans la consommation finale de 23 % en 2020 et 32 % en 2030
- Nouveau cahier des charges pour le gestionnaire de réseau par la modification de l'article 322-8 du code de l'énergie.
- Création de l'association " Think SmartGrids "

#### 2016-2017

- Ordonnance du 27/07/2016 et décret du 28/04/2017 relatifs à l'autoconsommation électrique

Dans le cadre de la LTECV<sup>91</sup>, le cadre expérimental du service de flexibilité local mis en place a pour objectif d'optimiser localement la gestion des flux d'électricité entre un ensemble de producteurs et de consommateurs raccordés au réseau public de distribution d'électricité.

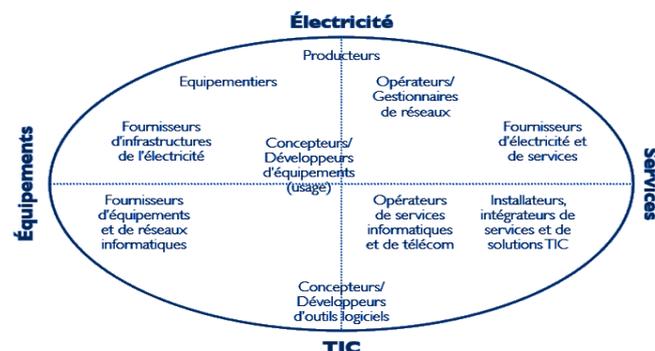
Par ailleurs, l'ordonnance du 27 juillet 2016<sup>92</sup> et le décret du 28 avril 2017<sup>93</sup> relatifs à l'autoconsommation électrique ouvrent le champ expérimental de l'autoconsommation collective, soit la réunion d'un ou plusieurs producteurs et consommateurs finaux au sein d'une personne morale organisant le partage de l'électricité entre eux, en aval d'un poste de distribution publique d'électricité.

### Think SmartGrids

Créée en 2015, l'association « Think SmartGrids » rassemble des acteurs de l'électrotechnique, des automatismes, des équipements de télécommunication, des systèmes d'information, des modèles de marché et de régulation. L'objectif de cette association est d'accompagner le développement de la filière en France et de la promouvoir en Europe et à l'international.

Selon cette association<sup>94</sup>, la filière emploie 15 000 personnes en France en 2020 (hors opérateurs de réseaux, universités et centres de recherche publics) pour un CA de 1,2 Mds€ : 241 M€ pour la production, 120 M€ pour le transport, 539 M€ pour la distribution (Linky compris) et 329 M€ pour la consommation.

### Types d'acteurs de la filière des systèmes électriques intelligents



Source : ADEME (2013), Feuille de route stratégique des systèmes électriques intelligents

<sup>90</sup> Le concept de Smart Grids s'applique également aux vecteurs énergétiques (gaz, chaleur), ainsi qu'à la distribution de l'eau. Dans ces cas, on parle de réseaux énergétiques intelligents. Ces applications ne sont pas abordées dans cette fiche.

<sup>91</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

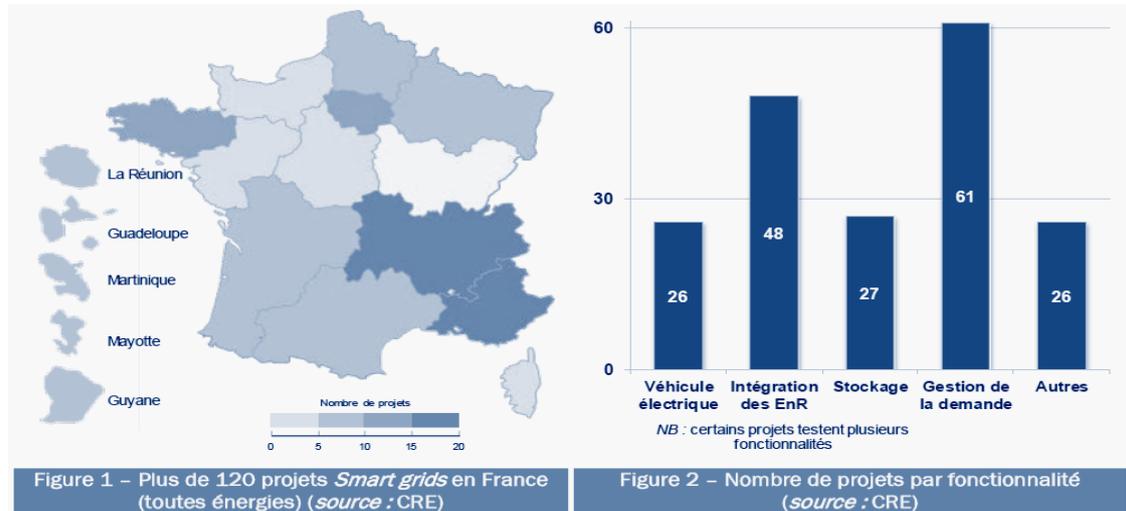
<sup>92</sup> Ordonnance n° 2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité

<sup>93</sup> Décret n° 2017-676 du 28 avril 2017 relatif à l'autoconsommation d'électricité et modifiant les articles D. 314-15 et D. 314-23 à D. 314-25 du code de l'énergie

<sup>94</sup> Think SmartGrids, EY-Parthenon (2022), Le marché français des smart grids en 2030

## R & D, démonstrateurs et projets

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) identifie une centaine de projets liés aux réseaux intelligents, tandis que l'interpole Smart Energy Alliance (anciennement Smart Energy French Clusters), composé de 11 clusters impliqués dans les secteurs de l'énergie, du numérique et de la mobilité et regroupant 2 500 adhérents (dont 1 700 PME), totalise plus de 2 800 projets labellisés d'un montant global de 10 Mds€ d'investissement (dont 3,5 Mds€ de financement public).



Source : Délibération de la CRE du 8 décembre 2016 portant communication sur l'état d'avancement des feuilles de route des gestionnaires de réseaux et proposant de nouvelles recommandations sur le développement des réseaux intelligents d'électricité et de gaz naturel

Selon le rapport « Smart Grids Projects Outlook 2017 » du Joint Research Center (JRC) de la Commission Européenne, 950 projets Smart Grids sont identifiés dans une cinquantaine de pays depuis 2002. Ces projets représentent un investissement global de près de 5 Mds€, soit 5,75 M€ en moyenne par projet.

- 540 projets R&D pour un budget total de 1,61 Mds€ ;
- 410 projets démonstrateurs pour un budget total de 3,36 Mds€.

Dont :

- 642 projets finis pour un budget de 2,82 Mds€, soit 5 M€ par projet en moyenne ;
- 308 projets en cours pour un budget de 2,15 Mds€, soit 7 M€ par projet en moyenne.

En tête de ces projets, l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France. L'effort français s'inscrit donc dans des dynamiques européenne et mondiale. Cet effort est appelé à prendre une ampleur nouvelle avec le lancement de l'appel à projets pour le déploiement à grande échelle des technologies de réseaux intelligents lancé en avril 2015 dans le cadre de l'action 6 du Plan REI : SMILE à 300 M€ (Bretagne, Pays de la Loire ; projet terminé en 2022), FLEXGRID à 200 M€ (PACA), You&Grid à 165 M€ (Métropole Européenne Lilloise). FLEXGRID et SMILE bénéficient également d'une enveloppe totale d'investissements de 80 M€ des gestionnaires de réseaux RTE et Enedis pour le déploiement de technologies REI.

En France, on recense actuellement des données concernant la période de réalisation et le montant d'investissement de près d'une centaine de projets représentant un budget global de 918,2 M€ (Sources : ADEME, CRE).

Projets	Période	Montant M€	Projets	Période	Montant M€
<b>Toute la France</b>			Energy Positive IT	2011-2014	10,5
CORRI-DOOR	2014-2015	9,7	FUSINI (FLUDIA)	2018-2020	0,8
Infini Drive	2012-2013	9,1	GreenLys	2012-2015	29,3
I-REVE	2022-2025	2,7	HELICE	2016-2017	0,5
NEXT	2017-2020	7,8	IDOLES	2019-2022	36,1
POST	2013-2016	4,5	IssyGrid	2011-2015	2,0
REstable	2016-2019	2,5	LoRaTic (IXEL)	2016-2017	0,5
SEAS	2014-2017	11,6	MODELEC	2012-2015	2,2
TBH Alliance	2015-2017	3,8	MOV'EO TREVE	2013-2017	9,8
<b>Auvergne-Rhône-Alpes</b>			PREDICT-ADAPT	2016-2017	0,4
BeeBryte SAS	2016-2017	0,5	SAVE	2011-2012	23,0
Déméter	2012-2014	0,8	SMART GRID MONITORING (Win MS)	2016-2017	0,7
EconHome	2011-2014	12,0	SYNERGIES (SOLUNERGIE)	2016-2017	0,8
Energy Pool	2017-2018	0,4	Webdyn	2017-2018	0,4
EnR-Pool	2012-2015	2,3	<b>Normandie</b>		
KEEP IT UP	2016-2017	0,5	Syndicat Dép. NRJ Calvados	2014-2016	2,9
Lyon Smart Community	2012-2016	50,0	<b>Nouvelle-Aquitaine</b>		
m2M	2017-2020	1,3	EVER	2012-2014	3,7
POWER (Kapteos SAS)	2016-2017	0,5	SF-THT	2020-2024	2,6
RACCOFLEX-BT	2021-2023	0,8	ZIRI	2014-2016	0,4
SIMPADE (NovEner)	2016-2017	0,5	<b>Occitanie</b>		
SMAP	2015-2018	0,8	DIGISOL	2017-2019	2,2
Smart Electric Lyon	2012-2016	48,0	I-Grid (Edison Ways)	2015-2016	0,3
Smarter Together	2016-2020	29,0	INTERMITTENCE PLUS	2016-2018	5,1
Transform	2013-2015	7,8	Monitoring THPE	2006-2008	1,1
<b>Bretagne</b>			PRIMERGI	2010-2012	0,7
Address	2008-2013	16,0	RIDER	2011-2013	5,2
Elhyra	2010-2012	0,0	SIREA (Smart-EMS)	2016-2017	0,4
Rennes Grid	2017-2021	5,8	SMART OCCITANIA	2017-2020	7,7
PRIDE	2017-2019	5,1	SMART ZAE	2012-2014	4,3
S4E	2017-2018	0,3	SO GRID (Chip-2-Grid)	2013-2016	24,4
Solenn	2014-2018	14,2	<b>Pays-de-la-Loire</b>		
<b>Centre-Val de Loire</b>			ECOZA	2012-2014	97,6
Afficheco	2009-2012	1,4	OMERE IPERD	2012-2014	1,4
Ecolink	2014-2019	20,0	QT4 (QTS ENERGY)	2016-2017	0,7
<b>Grand Est</b>			Smart Grid Vendée	2013-2017	22,9
a3M	2011-2014	0,6	<b>PACA</b>		
CROME	2011-2013	6,4	CityOpt	2014-2016	3,9
Ene.Field	2012-2016	61,0	EVA (Qualisteo)	2016-2017	0,4
EPILOG	2015-2016	0,4	GDB SSG (GRIDBEE Communications)	2016-2017	0,4
MSE	2020-2023	5,8	Homepulse (ABILLE)	2016-2017	0,4
VENTEEA 2	2013-2015	19,5	Jupiter1000	2018-2020	30,3
<b>Hauts-de-France</b>			NICE Grid	2011-2014	27,4
EnergyTIC	2010-2014	1,9	Nice Smart Valley	2017-2019	5,1
GRHYD	2014-2019	15,3	OSMOSE	2017-2018	0,3
Postes Intelligents	2013-2017	31,9	PREMIO	2008-2012	8,1
SO MEL SO CONNECTED 2	2017-2020	20,0	RéFLexE	2012-2015	7,7
VERTPOM	2017-2020	9,5	SENSOMI	2012-2013	0,2
<b>Île-de-France</b>			TELEWATT	2012-2013	3,5
BienVEnu	2015-2017	8,9	UNCAGED	2020-2023	4,7
CORDEES	2017-2019	5,4	<b>Corse</b>		
DREAMS (EQINOV Demand Side Management)	2016-2017	0,4	EPIT	2012-2014	10,0
Eco2CHARGE	2013-2015	13,0	Myrte	2012-2017	21,0
ECO-ADAPT (Flex-Adapt)	2016-2017	0,5	SDEC	2013-2015	2,9
EFFIGNI	2016-2017	0,4	Smart Electricity	2006-2010	20,5
Elum Energy	2017-2018	0,4	<b>Total des projets</b>		<b>918,2</b>

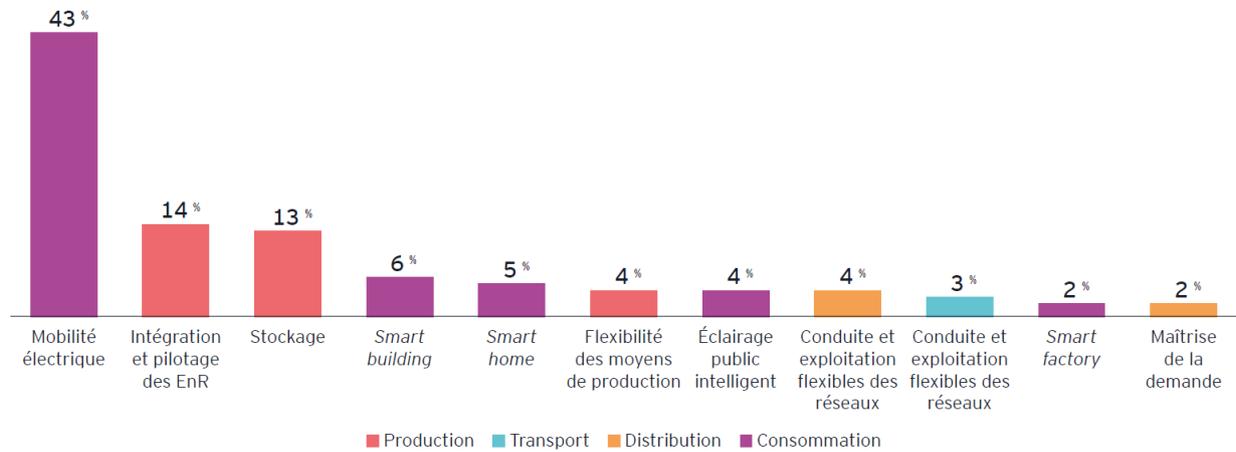
Sources : CRE ; ADEME

# Perspective de la filière

## Marché multiplié par 5 au cours de la décennie (2020–2030)

Selon Think SmartGrids, le marché des smart grids devrait être multiplié par 5 au cours de la décennie, pour atteindre environ 6 Md€ en 2030, tiré notamment par les segments de la production et de la consommation d'électricité. Les segments du transport et de la distribution représenteraient 500 M€ d'investissement par an sur la décennie.

### Poids des cas d'usage sur le marché des smart grids à horizon 2030 (% de la valeur du marché)



Source : Think SmartGrids, EY-Parthenon (2022), Le marché français des smart grids en 2030

L'augmentation de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique et l'électrification des usages, notamment du parc automobile, seront les principaux vecteurs de cette croissance. Les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution seront également au cœur de cette croissance, la flexibilité offerte par les réseaux et l'échange de données étant des conditions indispensables au développement des nouveaux usages et modes de production.

Le secteur représenterait également 60 000 emplois d'ici 2030, soit 4 fois plus qu'en 2020.

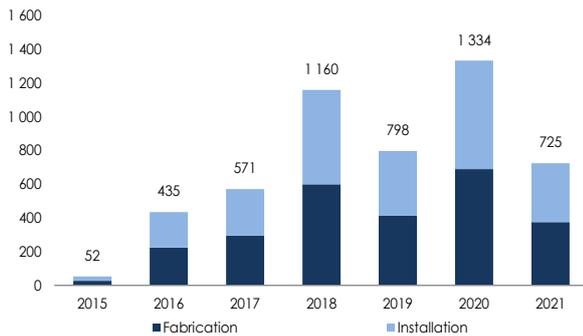
# Déploiement des compteurs communicants Linky

## 1<sup>ère</sup> brique des REI en France

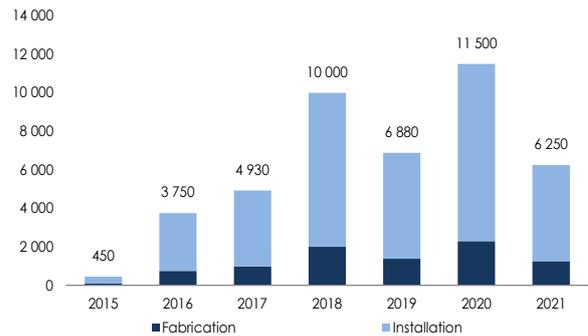
La LTECV modifie l'article 322-8 du code de l'énergie qui confère au gestionnaire de réseau et de distribution d'électricité un nouveau cahier des charges. Les activités de comptages font partie de ces fonctions. En cela, le déploiement des compteurs électriques Linky, entre autres, est essentiel à ces activités de comptages. De fait, le déploiement de ces compteurs joue un rôle prépondérant dans le développement progressif des réseaux électriques intelligents, dont il constitue une des premières briques, notamment pour la Maîtrise De l'Energie (MDE) et l'insertion des EnR distribuées.

En juillet 2013, un appel d'offre est lancé concernant le déploiement de 3 millions de compteurs communicants Linky en 2016. L'installation des premiers compteurs constitue la 1<sup>ère</sup> phase du déploiement des 35 millions de compteurs en France d'ici 2021. En 2020, 9 200 000 compteurs Linky sont posés dans l'hexagone, représentant un marché de 1,3 Mds. Cette même année, les emplois directs associés s'élèvent à 11 500 ETP.

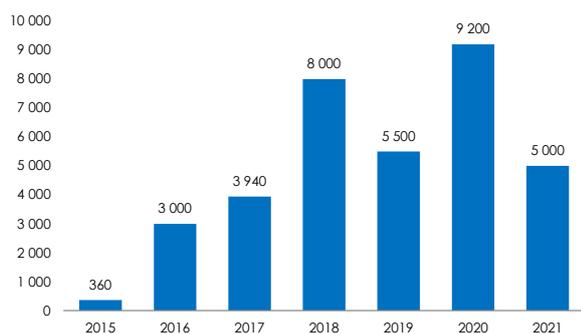
Marchés liés au déploiement des compteurs Linky (M€)



Emplois associés au déploiement des compteurs Linky (ETP)



Nombre de compteurs Linky posés par an (milliers)



Compteurs électriques en France (M€)



### De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois suivis sont limités aux emplois directs associés au déploiement des compteurs Linky. Ne sont pas inclus les emplois indirects (fabrication des composants et autres consommations intermédiaires).

**Fabrication** Fabrication des compteurs Linky et des équipements associés  
**Installation** Pose et installation des compteurs Linky

## Les acteurs du déploiement des compteurs Linky

En juillet 2013, Enedis publie l'avis de marché pour la fourniture de 3 millions de compteurs évolués (2,5 millions de compteurs monophasés et un demi-million de compteurs triphasés) et de 80 000 concentrateurs pour la 1<sup>ère</sup> phase du déploiement des 35 millions de compteurs communicants Linky. Cette 1<sup>ère</sup> phase, précédée d'une expérimentation menée entre 2011 et 2013, se déroule en 2016. Fin 2015, 360 000 compteurs Linky sont déjà installés en France.

Ce déploiement s'inscrit dans les orientations fixées par la directive européenne de 2009 concernant l'établissement de règles communes pour le marché intérieur de l'électricité<sup>95</sup>. La directive encourage la mise en place de compteurs communicants afin de contribuer à la réduction de la facture énergétique européenne et des émissions de GES.

<sup>95</sup> Directive 2009/72/CE du Parlement Européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant des règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et abrogeant la directive 2003/54/CE

## Fabricants de compteurs

**Sagemcom** : Entreprise française spécialisée dans les terminaux communicants, elle obtient une commande de 800 000 compteurs pour un montant de 1,2 M€. En 2021, Sagemcom affiche un CA de 2,3 Mds et collabore avec 6 500 personnes réparties dans plus de 50 pays. La filiale Sagemcom Multi-Energy Industry est affectée à la fabrication des compteurs Linky et Gazpar. En 2020, le CA de cette filiale s'élève à 74,9 M€ pour 80 salariés.

**ITRON France** : Filiale du groupe ITRON USA (un des leaders mondiaux des compteurs et systèmes associés), ITRON France réalise un CA de 320,6 M€ en 2020 (dont 114,1 M€ à l'export) et emploie 920 personnes. Fin 2016, l'entreprise fabrique et livre 1,2 million de compteurs Linky, soit près de la moitié des 3 millions de compteurs prévus en 1<sup>er</sup> phase. Cette commande représente 4 000 à 6 000 compteurs par jour.

**Landis+Gyr** : Filiale de Toshiba, l'entreprise suisse annonce un contrat d'environ 60 M€ pour un million de compteurs Linky et 28 000 concentrateurs. Les boîtiers sont fabriqués dans l'usine de Montluçon. En 2020, l'entreprise réalise un CA de 56,4 M€ (dont 1,8 M€ à l'export) et emploie près de 80 personnes.

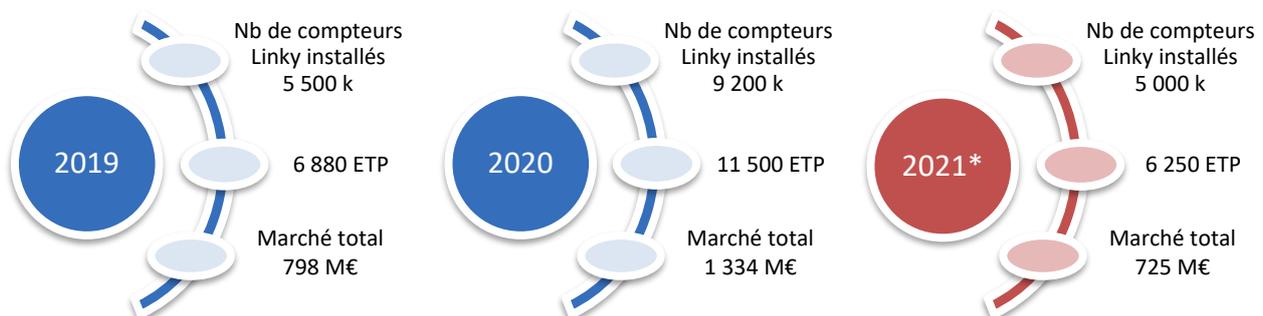
**Ziv France** : Cette filiale espagnole appartient au groupe Crompton Greaves, de l'indien Avantha Group Company. Dans le cadre de l'obligation en Espagne de remplacer 70 % des compteurs analogiques en 2016 et 100 % en 2018, près de 10 millions de compteurs communicants sont déjà livrés sur 5 sites de fabrication du groupe Crompton Greaves. Employant 15 000 personnes dans le monde, le groupe reçoit une commande sur 600 000 compteurs. En 2014, Crompton Greaves annonce l'ouverture de son usine de Fontaine (Grenoble) pour fabriquer, tester et étalonner plus de 2 millions de compteurs Linky par an.

**Elster France** : Filiale du groupe allemand Elster, l'entreprise a construit une usine dédiée à l'assemblage de compteurs Linky, à Estrées-Deniécourt (entre Paris et Lille).

## Installateurs de compteurs

Suite à l'appel d'offre d'Enedis, 16 entreprises sont sélectionnées pour l'installation et la maintenance de 10 millions de compteurs : Agiscom, ERS, LS Services, Sera Airria, Atlan'tech, GMV, OTI, Setelen, Chavinier, Parera, Phinelec, SFATD, DSTPE, Link Elec Solutions, et Satelec. Le groupe Solutions 30, un des acteurs européens les plus importants du secteur de l'assistance sur les nouvelles technologies, prend en charge l'installation de près d'un tiers des compteurs Linky.

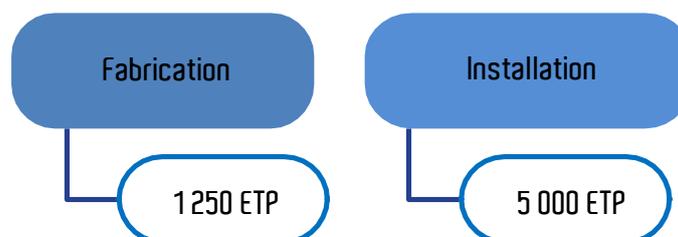
## Situation du marché et de l'emploi



\* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Fin 2021, 35 000 000 compteurs sont posés en France. En comparaison avec des projets similaires réalisés dans d'autres pays et selon des analyses menées en interne par Enedis, l'enveloppe globale du projet est estimée à 5,1 Mds€ sur 7 ans (2015-2021). Ceci représente un coût de 145 € par compteur, dont 75 € pour la fabrication des équipements et 70 € pour leur pose. En 2021, les investissements s'élèvent à 375 M€ pour la fabrication et 350 M€ pour la pose des compteurs.

## En 2021, 6 250 emplois directs dans le déploiement des compteurs Linky



## Résultats détaillés

### Marchés liés au déploiement des compteurs électriques Linky

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Investissements intérieurs</b>							
Équipements fabriqués en France	27	225	296	600	413	690	375
Installation des équipements	25	210	276	560	385	644	350
<b>Marché total</b>	<b>52</b>	<b>435</b>	<b>571</b>	<b>1 160</b>	<b>798</b>	<b>1 334</b>	<b>725</b>

Estimations IN NUMERI

### Emplois associés au déploiement des compteurs électriques Linky

Emplois (ETP)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Liés aux investissements intérieurs</b>							
Équipements fabriqués en France	90	750	985	2 000	1 375	2 300	1 250
Installation des équipements	360	3 000	3 940	8 000	5 500	9 200	5 000
<b>Total des emplois</b>	<b>450</b>	<b>3 750</b>	<b>4 930</b>	<b>10 000</b>	<b>6 880</b>	<b>11 500</b>	<b>6 250</b>

Estimations IN NUMERI

### Nombre de compteurs Linky installés par an

Milliers d'unités	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nombre de compteurs	360	3 000	3 940	8 000	5 500	9 200	5 000

Sources : Estimation IN NUMERI selon Enedis ; Communiqués de presse

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Marché total (M€)</b>	Nb de compteurs x Prix unitaire		
Nombre de compteurs posés par an		Enedis ; Communiqués de presses	***
Prix unitaire (€/compteur)	145 €	Enedis ; CRE	***
<b>Fabrication (M€)</b>	75 € par compteur	Enedis ; CRE	***
<b>Installation (M€)</b>	70 € par compteur	Enedis ; CRE	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
<b>Fabrication (ETP)</b>	Selon ratio Production/Emploi	Comptes des entreprises	**
<b>Installation (ETP)</b>	Selon ratio Production/Emploi	CRE ; ESANE (NAF 43.12A)	**

(\* Série non estimée, basée sur des sources publiées et fiables ; (\*\*) Série reconstituée par calage entre plusieurs sources, par extrapolation ou selon les tendances observées ; (\*\*\*) Série estimée sur la base d'une donnée non mise à jour faute d'information récente.

## Méthode générale d'évaluation

### Marché total

Le marché total lié à la fabrication et à l'installation des compteurs Linky est estimé à partir des données publiées par Enedis sur le nombre de compteurs posés par an, ainsi que le coût unitaire par compteur. L'enveloppe totale du projet (fabrication et pose de 35 millions de compteurs entre 2015 et 2021) est estimée à 5,1 Mds€. Ceci représente un coût unitaire d'environ 145 € par compteur. On suppose que ce coût n'évolue pas sur la période du projet. D'après les documents « Retour d'expérience sur l'expérimentation du système de comptage évolué Linky » de la CRE, on retient un coût pour la fabrication de 75 €/compteur et pour la pose de 70 €/compteur.

### Estimation des emplois

Pour la fabrication, on dispose des données sur la production et l'effectif moyen de trois des entreprises bénéficiaires de l'appel d'offres (Comptes des entreprises). Le ratio retenu est de 304 k€/Effectif, soit 300 k€/ETP après correction (passage en ETP et déduction de la sous-traitance).

Pour la pose, on se base sur les données de la CRE. Partant de 8 compteurs posés par jour, la production d'un installateur est équivalente à 560 € par jour. Pour un nombre de jours effectifs travaillés de 220 jours par an, ceci représente une valeur de 123 k€ pour la facturation de la pose (hors valeur des équipements). Le rapport entre le nombre d'ouvriers et l'effectif total de la NAF 43.21A « Travaux d'installation électrique dans tous locaux » d'ESANE est de 54 %. Par conséquent, ramenée à l'effectif total, la valeur de la pose par ETP est de 66 k€.

Selon la base ESANE, le ratio [Production hors sous-traitance/ETP salariés et non-salariés] de la NAF 43.21A est de 138 k€/ETP. Pour la pose des compteurs, les équipements représentent 50 %, ce qui ramène la valeur de l'installation proprement dite (hors équipements) à 70 k€. Ce résultat est compatible avec l'estimation basée sur les données de la CRE. Au final, on retient un ratio de 70 k€/ETP pour l'installation.

Dans l'estimation des emplois, on suppose que les ratios n'évoluent pas sur la période du projet.

Dans la présente fiche, les emplois estimés sont ceux associés aux activités de fabrication et d'installation des compteurs. Les emplois suivants ne sont pas comptabilisés : emplois de gestion, conception et R&D chez Enedis, emplois de sous-traitants (fournisseurs), emplois liés aux services aux particuliers ou aux collectivités associés au traitement des données recueillies (sociétés informatiques, services énergétiques), emplois induits, emplois liés au recyclage des compteurs remplacés.

# 15. Énergies marines renouvelables

## Points clés

### Lancement de nouveaux appels d'offres, y compris pour l'éolien flottant

Les Énergies Marines Renouvelables (EMR) regroupent plusieurs filières de production : les filières productrices d'électricité (éolien posé, éolien flottant, hydrolien maritime ou fluviat, marémoteur, houlomoteur, gradient de salinité, Énergie Thermique des Mers - ETM ou maréthermique) et les filières productrices de froid (technologies Sea Water Air Conditioning - SWAC).

La France dispose de nombreux atouts pour le développement des EMR : un territoire maritime vaste (plus de 11 millions de km<sup>2</sup> ; DROM compris) et ouvert sur tous les océans, des industries performantes, de nombreux organismes de recherche. Pour autant, toutes les énergies marines ne sont pas au même stade de développement. L'énergie marémotrice est en production au barrage de Rance, alors que l'éolien en mer posé atteint des coûts de production compétitifs, les premières éoliennes sont en cours d'installation avec des mises en service prévues entre 2022 et 2024 (quatre parcs Saint-Nazaire, Fécamp, Saint-Brieuc et Courseulles-sur-Mer pour un total de 1,9 GW). Quant aux autres filières, elles n'ont pas encore atteint la phase industrielle.

Par conséquent, le stade précoce de développement de certaines EMR ne permet pas d'estimer les marchés sur le modèle de ce qui est fait dans le reste de l'étude « Marchés et Emplois », les investissements réalisés dans les EMR n'étant pas concrétisés en France.

D'autant plus que la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE<sup>96</sup>) actuelle ne propose d'objectifs de développement que pour l'éolien en mer posé et flottant.

Cependant, depuis 2017, l'Observatoire des Énergies de la Mer réalise chaque année une enquête auprès des entreprises présentes sur le marché qui permet d'estimer les marchés et emplois. Selon le rapport 2022, la filière EMR emploie 6 590 ETP directs et indirects en 2021 pour un CA total de 1 383 M€ (dont 16 % à l'export, contre 29,5 % l'année précédente). Cette même année, la barre des 2 milliard d'euros d'investissement est très largement dépassée (2,6 Mds€, +76 %), notamment du fait des investissements engagés pour la construction et le raccordement des parcs d'éolien en mer posé de Saint-Nazaire, Saint-Brieuc et Fécamp.

En 2021, les entreprises prestataires et les fournisseurs de la chaîne de valeur représentent 5 530 ETP (+39 % par rapport à 2020) et un CA de 1 346 M€ (+67 %).

Actuellement, il existe une dizaine de projets éoliens en mer posés pour une puissance théorique totale de 7 à 8 GW, ce qui représenterait en moyenne 20,4 Mds€ d'investissement. Parmi ces projets, 7 projets de 3,5 GW sont déjà attribués pour un montant de 13,6 Mds€. Les autres projets d'EMR représentent entre 3,2 et 6,3 Md€ d'investissements (voir tableau page 162).

### Points de vocabulaire

Selon le Ministère de la Transition Écologique, les Énergies Marines Renouvelables (EMR) rassemblent plusieurs technologies de production d'énergie non seulement électrique, mais aussi thermique.

Pour les énergies électriques :

- L'énergie éolienne en mer, qui produit de l'électricité à partir du vent et peut être de deux types, posé ou flottant ;
- L'énergie marémotrice, qui produit de l'électricité à partir du flux et du reflux de la marée ;
- L'énergie hydrolienne, qui exploite la force des courants pour produire de l'électricité ;
- L'énergie houlomotrice, qui produit de l'électricité à partir de l'énergie des vagues ;
- Le solaire photovoltaïque flottant ;
- L'Énergie Thermique des Mers (ETM), qui exploite des différences de températures entre les eaux de surface et les eaux profondes ;
- Le gradient de salinité ou l'énergie osmotique, qui permet d'exploiter la différence de salinité entre l'eau douce et l'eau de mer.

Pour les énergies thermiques :

- La technologie SWAC (Sea Water Air Conditioning), qui produit du froid grâce à de l'eau puisée en grande profondeur.

<sup>96</sup> Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

# Contexte réglementaire

## De nombreux mécanismes de soutien

Le soutien au développement des EMR passe par de nombreux canaux mis en place au niveau national, mais également européen : les Investissements d'Avenir (IA) en France via les Appels à Manifestation d'Intérêts (AMI), les Appels À Projets (AAP), les Initiatives Petites ou Moyennes Entreprises (IPME) et les Concours d'Innovation (i-Nov) via l'ADEME, BPI. D'autres systèmes plus en amont existent également (soutien de thèses et de projets de R&D), soutenus par l'ADEME, mais aussi par l'Institut pour la Transition Énergétique France Énergies Marines (ITE FEM) qui porte également des projets de recherche.

Les filières telles l'éolien en mer posé et, plus globalement, les technologies au stade commercial sont soutenues via la mise en place d'un complément de rémunération à l'issue d'une phase de mise en concurrence.

## Investissements d'Avenir

Lancés en 2009, les IA constituent le principal outil de financement des projets à l'échelon national. Différents projets relatifs aux EMR ont obtenu des financements IA, à l'instar du projet OceanQuest pour un prototype d'hydrolienne marine d'une puissance de 1 MW à Paimpol-Bréhat (Bretagne), de la conception et de la réalisation du démonstrateur hydrolien préindustriel Sabella D10 de 1 MW au large d'Ouessant (Bretagne), ou encore des quatre fermes pilotes d'éoliennes flottantes pour une puissance totale de 113,7 MW (projets EFGBI, EolMed, EFGL et PGL).

Financés par les IA, les premiers Appels à Manifestation d'Intérêts (AMI) relatifs aux EMR remontent à 2009 et les premiers AAP à 2015<sup>97</sup>. L'objectif de ces appels à projets successifs est d'accompagner les différentes filières dans leur maturation technologique selon trois étapes :

- Le développement de démonstrateurs unitaires innovants ;
- Le développement de briques technologiques critiques pouvant être communes à plusieurs EMR ;
- La réalisation de fermes pilotes sur le territoire national.

Depuis 2009, 87 projets sont déposés sur la thématique des EMR, rassemblant 220 partenaires. À fin 2021, 34 projets sont retenus, représentant 69 bénéficiaires et 527,5 M€ d'aides sur un budget total de 1,3 Mds€. Près de 90 % du total des aides octroyées concernent les grandes entreprises, alors qu'elles ne représentent que 42 % des bénéficiaires. Cela traduit l'implication des grandes entreprises des secteurs de l'énergie et de l'ingénierie offshore dans le développement des EMR. Les PME constituent 35 % des bénéficiaires et les organismes de recherche 23 %.

## Programmes d'aides européens

Le développement des EMR s'appuie également sur les programmes de financement proposés au niveau européen :

- **Le programme NER 300** est géré par la Commission Européenne et la Banque Européenne d'Investissement. Il a pour objectif de financer des projets innovants en matière d'énergies décarbonées. Deux appels à projets sont déjà lancés (2012 et 2014) et plusieurs projets sélectionnés pour les filières éoliennes flottantes et ETM. Pour la France, le seul bénéficiaire du dispositif est la ferme pilote éolienne flottante PGL. Le 2<sup>ème</sup> projet lauréat, la centrale ETM NEMO, est abandonné.

### 2009

- AMI " Énergies marines " issues du Fonds Démonstrateur de recherche

### 2011

- Premier AO pour 2 GW d'éolien en mer posé

### 2013

- AMI " Énergies Marines Renouvelables - Démonstrateurs et briques technologiques "
- Deuxième AO pour 1 GW d'éolien en mer posé

### 2014

- AMI " Fermes pilotes hydroliennes "

### 2015

- AAP " Fermes pilotes éoliennes flottantes " et " Énergies renouvelables en mer et fermes pilotes hydroliennes fluviales "

### 2016

- Troisième AO pour près de 600 MW d'éolien en mer posé

### 2017

- Loi Hydrocarbures : fin de la recherche et de l'exploitation des hydrocarbures (conventionnels et non conventionnels) sur le territoire français

### 2018

- Modification du code de l'énergie par la Loi dite ESSOC " État au service d'une société de confiance "

### 2019

- AAP " Systèmes énergétiques - Villes et Territoires Durables " et " Énergies renouvelables "

### 2020

- PPE : Objectifs de 5,2 à 6,2 GW sur l'éolien en mer posé et flottant en 2028
- AAP " Systèmes énergétiques - Villes et Territoires Durables "
- Loi d'accélération et de simplification de l'action publique (ASAP)

<sup>97</sup> L'énergie éolienne en mer posée est traitée via la thématique « Énergies renouvelables ».

- **Le programme H2020** a permis de financer de nombreux projets français concernant les EMR (filiale éolien flottant, hydrolienne, ETM) sur la période de 2007 à 2013. Prolongé pour la période de programmation européenne 2014-2020 et doté d'un budget total de 79 Mds€, ce programme contient un volet consacré aux énergies décarbonées. Un budget de 5,9 M€ est dédié à la recherche sur les énergies non nucléaires.
- **Le programme Interreg** est un programme européen visant à promouvoir la coopération entre les régions européennes et le développement de solutions communes dans les domaines du développement urbain, rural et côtier, du développement économique et de la gestion de l'environnement. L'Interreg est financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) à hauteur de 7,75 Mds€. L'Interreg V couvre la période 2014-2020 avec un budget total de 359 M€. Aujourd'hui, près de 260 projets bénéficient de financements via ce programme, dont le projet ITEG (installation de turbines associées à un système de stockage hydrogène sur le site de l'EMEC ; coût de 11 M€) et le projet TIGER (développement de turbines submergées au large des côtes de la Manche pour exploiter l'énergie des courants des marées et produire de l'électricité ; coût de 46,8 M€, dont 69 % financés par le FEDER).
- **La Stratégie Offshore Européenne**, qui propose des objectifs de développement ambitieux pour les énergies marines (encadré page 169), devrait déboucher sur de nouveaux programmes de soutien pour la période à venir.

## Procédures d'appels d'offres

Les procédures d'Appels d'Offres (AO) concernent les filières les plus matures des énergies renouvelables. Entre 2011 et 2017, trois procédures d'AO sont lancées pour l'éolien en mer posé. Au final, 7 parcs sont attribués en France pour une puissance totale de 3,5 GW. Les mises en services sont prévues entre 2022 et 2027.

Dans le cadre du calendrier annuel d'AO prévu dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE 2020), de nouveaux projets pour l'éolien en mer posé et flottant sont lancés depuis 2020 : Centre Manche I et II pour une puissance totale de 2, GW (AO4), Bretagne Sud pour 750 MW cumulé (AO5), Méditerranée I et II pour une puissance totale 1,5 GW (AO6), Sud Atlantique avec une puissance totale de 1 à 2 GW (AO7).

## Simplification des procédures pour l'éolien en mer et les énergies marines renouvelables

Entre 2017 et 2019, face aux retards majeurs dans le développement des premiers parcs d'éoliennes en mer, le cadre législatif et réglementaire fait l'objet d'une large transformation :

- Transfert au gestionnaire de réseau (RTE) de la responsabilité de l'ensemble des raccordements des parcs d'énergie renouvelable en mer (plateforme en mer comprise) pour les appels d'offres futurs à partir de l'AO3 (Loi « Hydrocarbures » de 2017<sup>98</sup>) et des installations (hors plateforme en mer) dont le candidat retenu est désigné avant le 1<sup>er</sup> janvier 2015 (AO1 et AO2 ; Loi « ESSOC » de 2018<sup>99</sup>) ;
- Réalisation d'études de « dérisquage technique et environnemental » par l'État et RTE en amont du lancement des appels d'offres ;
- Mise en place du « permis enveloppe » permettant davantage de flexibilité postérieurement à la délivrance des autorisations. Les ouvrages en mer peuvent comprendre des caractéristiques techniques variables, qui ne sont pas figées au moment de la demande d'autorisation ;
- Simplification de l'instruction administrative avec la suppression de l'Approbation du Projet d'Ouvrage (APO) pour les postes électriques et les liaisons souterraines et sous-marines ;
- Simplification sur le traitement des recours instruits en première et dernière instance par le Conseil d'État<sup>100</sup> ;
- Modification de la procédure de traitement des recours contentieux dans le cadre de la loi relative à l'Accélération et de Simplification de l'Action Publique (ASAP)<sup>101</sup>.

La Loi ESSOC (2018) modifie également le code de l'énergie en vue de simplifier certaines procédures, notamment celle relative à l'autorisation d'exploiter.

### Marché européen et international

D'après les données de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), le potentiel mondial de production électrique à partir des EMR serait compris entre 20 000 TWh et 90 000 TWh.

En 2020, les capacités installées d'éolien en mer représentent 35,3 GW, dont 24,8 GW en Europe et 10 GW en Chine. À l'horizon 2040, l'AIE prévoit que ces capacités dépasseront 300 GW, dont 130 GW en Europe et 100 GW en Chine.

Sources : IEA (2021), *World Energy Outlook 2020* ; Wind Europe (2021), *Offshore wind in Europe. Key trends and statistics 2020* ; GWEC (2022), *Global Wind Report 2021*

<sup>98</sup> Loi n° 2017-1839 du 30 décembre 2017 mettant fin à la recherche ainsi qu'à l'exploitation des hydrocarbures et portant diverses dispositions relatives à l'énergie et à l'environnement (1)

<sup>99</sup> Loi n° 2018-727 du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance

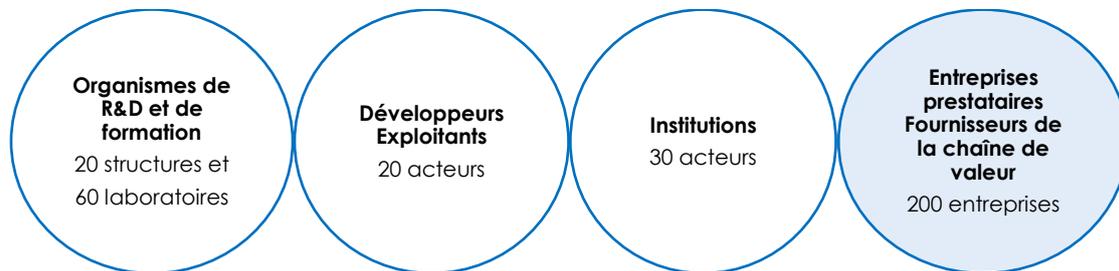
<sup>100</sup> Décret n° 2021-282 du 12 mars 2021 portant application de l'article L. 311-13 du code de justice administrative

<sup>101</sup> Loi n° 2020-1525 du 7 décembre 2020 d'accélération et de simplification de l'action publique

# Les acteurs de la filière des énergies marines renouvelables

## Près de 330 entreprises et structures intervenant sur les EMR en 2021

Selon l'Observatoire des Énergies de la Mer<sup>102</sup>, près de 330 entreprises, centres de recherche-formation, laboratoires et institutions interviennent dans les filières des énergies renouvelables en 2021.



Parmi les entreprises prestataires et les fournisseurs de la chaîne de valeur, 54 % la fabrication d'équipements et de composants, 50 % concernent les études et les mesures pour le développement de parcs, 49 % la recherche et le développement technologique, 18 % l'exploitation et la maintenance de parcs, 40 % la construction et les opérations en mer, 22 % le transport et la logistique, et 26 % les services supports (avocats, consultants, financeurs, QHSE<sup>103</sup>).

### Recherche et développement technologique : segment très actif

Les pôles de compétitivité et les clusters jouent un rôle de premier plan dans le soutien de la R&D. Les principaux pôles de compétitivité intervenant sur les EMR sont le pôle Mer Méditerranée, le pôle Mer Bretagne Atlantique et, dans une moindre mesure, les pôles Capenergies, Tenerrdis et EMC2. France Énergies Marines (FEM), qui regroupe la majorité des acteurs industriels académiques et publics impliqués, est mis en place afin de promouvoir et d'accompagner le développement des technologies des EMR en France.

Des organismes de recherche, tels l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), l'École Centrale de Nantes, l'IFP EN et l'IFSTAR<sup>104</sup>, sont des précurseurs et conduisent en permanence des travaux de recherche sur les EMR. Certains industriels - General Electric - localisent leurs centres de recherche dédiés aux EMR en France. Les grands énergéticiens (EDF Renouvelables et ENGIE entre autres) consentent également des moyens dans leurs efforts de R&D.

### Bureaux d'études et de mesures de développement : lien entre R&D et implantation de projets

Ce segment d'activité fait le lien entre la R&D et l'implantation de projets. Les activités des bureaux d'études incluent les études d'impact environnemental, les études sur la ressource, les études géotechniques et géophysiques, l'ingénierie, la certification et le contrôle. Certains bureaux d'études conçoivent leurs produits. Dans ce segment, on peut citer Hydroquest, BW-Idéol, Eolink, GEPS Techno, Sabella, Bureau Veritas, et Créocéan.

### Implication des Régions et collectivités

Les Régions littorales, cheffes de file du développement économique, s'impliquent généralement dans le développement des filières EMR, que ce soit en mobilisant le tissu économique et industriel à travers les pôles de compétitivité, en participant à l'ITE FEM et en créant des clusters régionaux, ou en soutenant directement les projets. Les Régions mobilisent également leurs appareils de formation en faveur des EMR et participent, voire copilotent, les travaux de planification. À noter également d'importants investissements consentis dans les infrastructures logistiques et portuaires.

### Plusieurs implantations industrielles dédiées à l'industrie éolienne

L'industrie éolienne s'est considérablement renforcée sur notre territoire depuis 2012, notamment par l'implantation de l'usine de General Electric dans la commune de Montoir-de-Bretagne à Saint-Nazaire (production de nacelles), ainsi que l'implantation du site industriel de LM Wind Power à Cherbourg (désormais filiale de GE Renewable Energy). LM Wind Power est leader de la fabrication de pales d'éoliennes maritimes. En mars 2017, GE investit 100 M€ dans l'usine LM Wind Power de Cherbourg pour la fabrication de pales pour les éoliennes en mer. En 2019, l'entreprise est choisie pour équiper le futur plus grand parc éolien off-shore au large du Yorkshire (projet de Dogger Bank Offshore Wind Farm). L'entreprise doit fournir environ 300 éoliennes de type Haliade-X (12 MW par unité), soit 900 pales, pour équiper ce futur parc. Quant aux nacelles, elles seront produites à Saint-Nazaire, l'usine étant d'ailleurs en cours d'extension en vue de cette production.

<sup>102</sup> Bien que les questionnaires confectionnés par l'Observatoire soient relayés par les structures nationales partenaires et bon nombre d'acteurs locaux (Régions et agences régionales, Pôles et clusters, CCI), l'exhaustivité n'est pas atteinte lors de la campagne 2021 du fait du caractère volontaire des réponses des acteurs publics et privés. Sur les 500 entreprises préalablement identifiées et étant potentiellement intéressées aux énergies de la mer, 265 entreprises ont répondu aux questionnaires. Source : Observatoire des Énergies de la Mer (2021), Énergies marines renouvelables – Les investissements et les emplois au rendez-vous, Rapport n°6

<sup>103</sup> Qualité, hygiène, sécurité, environnement

<sup>104</sup> Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

Enfin, dans son hub industriel au Havre, Siemens-Gamesa fabrique depuis mars 2022 des composants d'éolien en mer (nacelles, génératrices et pâles), notamment destinés aux parcs de Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc, Yeu-Noirmoutier et Dieppe-Le Tréport. Cette usine est non seulement la plus grande structure industrielle de l'histoire des énergies renouvelables en France par sa taille et ses innovations (production sur un même site de composants), mais aussi la plus grande usine dédiée à l'éolien en mer en Europe.

### Fabrication d'équipements et de composants : premier secteur d'activités en 2020

Ces entreprises fournissent les pièces de matériel électrique et électronique, mais également les pièces de fonderie ou les matériaux composites. Les EMR ne constituent pas leur cœur de métier. Il s'agit aussi bien de PME que de grands groupes industriels : Schneider Electric, Technip, General Electric, Siemens-Gamesa ou Leroy-Somer.

Une partie de ces entreprises relève du secteur de la métallurgie-fonderie. Ferry Capitain (filiale du groupe CIF) fournit des pièces pour l'industrie éolienne, et cible également la fourniture de pièces hydroliennes. Le groupe Aubertin SA est spécialisé dans la fourniture de freins et, depuis plusieurs années, ceux des éoliennes. Les applications industrielles, comprenant la fabrication des freins d'éoliennes, représentent environ 15 % de l'activité de l'entreprise. Bernard et Bonnefond est un fournisseur d'alternateurs basse puissance pour les filières hydrolienne et éolienne. NTN-SNR Roulements est un fournisseur important de roulements pour la filière éolienne notamment. SKF est un autre fournisseur de roulements à destination des filières éolienne, mais également houlomotrice et marémotrice. Enfin, Roxtec France fournit des câbles modulaires à la filière éolienne terrestre et marine.

### Entreprises de construction et de chantiers navals

L'installation, l'exploitation et la maintenance des parcs en mer nécessitent des compétences d'intervention spécifiques en milieu marin. Le tissu industriel regroupe donc un certain nombre d'entreprises du secteur de la construction navale.

Situé à Saint-Nazaire, le chantier naval Chantiers de l'Atlantique est constructeur de sous-stations d'éoliennes. Il développe également une activité de R&D sur les EMR. Les Constructions Mécaniques de Normandie (CMN) concluent un partenariat avec Hydroquest pour la fabrication et l'assemblage des hydroliennes fluviales et océaniques en développement. Conçu par le groupe Construction Industrielles de Méditerranée (CNIM), le navire Wind Keeper est destiné à la maintenance des éoliennes en mer.

Les grands groupes du bâtiment - Eiffage Métal, Bouygues TP et Matière-Ponticelli - se sont également associés aux projets de fermes pilotes d'éoliennes flottantes et participent, pour certains, à la production des fondations des parcs éoliens en mer posés.

### Développeurs et énergéticiens : présents sur les différentes filières des EMR

Les grands énergéticiens français sont présents sur les différentes filières des EMR. À titre d'exemple, Akuo Energy développe, avec Sabella, le projet de ferme pilote PHARES (Programme d'Hybridation Avancée pour Renouveler l'Énergie dans les Systèmes insulaires) à Ouessant. EDF Renouvelables développe également des projets pour toutes les filières EMR (projet Provence Grand Large avec éoliennes flottantes de 25,2 MW cumulés à Faraman-Port-Saint-Louis-du-Rhône ; projet d'un parc d'éoliennes posées en mer de 600 MW à Dunkerque).

À souligner également la « diversification » progressive de certains grands groupes pétroliers vers les projets EMR. En 2020, le groupe Shell acquiert 100 % de la société Eolfi (développeur d'énergies renouvelables français spécialisé dans les projets éoliens flottants). Cette même année, Total devient actionnaire à 20 % du projet de ferme-pilote d'éoliennes flottantes EolMed à Port La Nouvelle au large de Gruissan, via une augmentation de capital de la société QAIR.

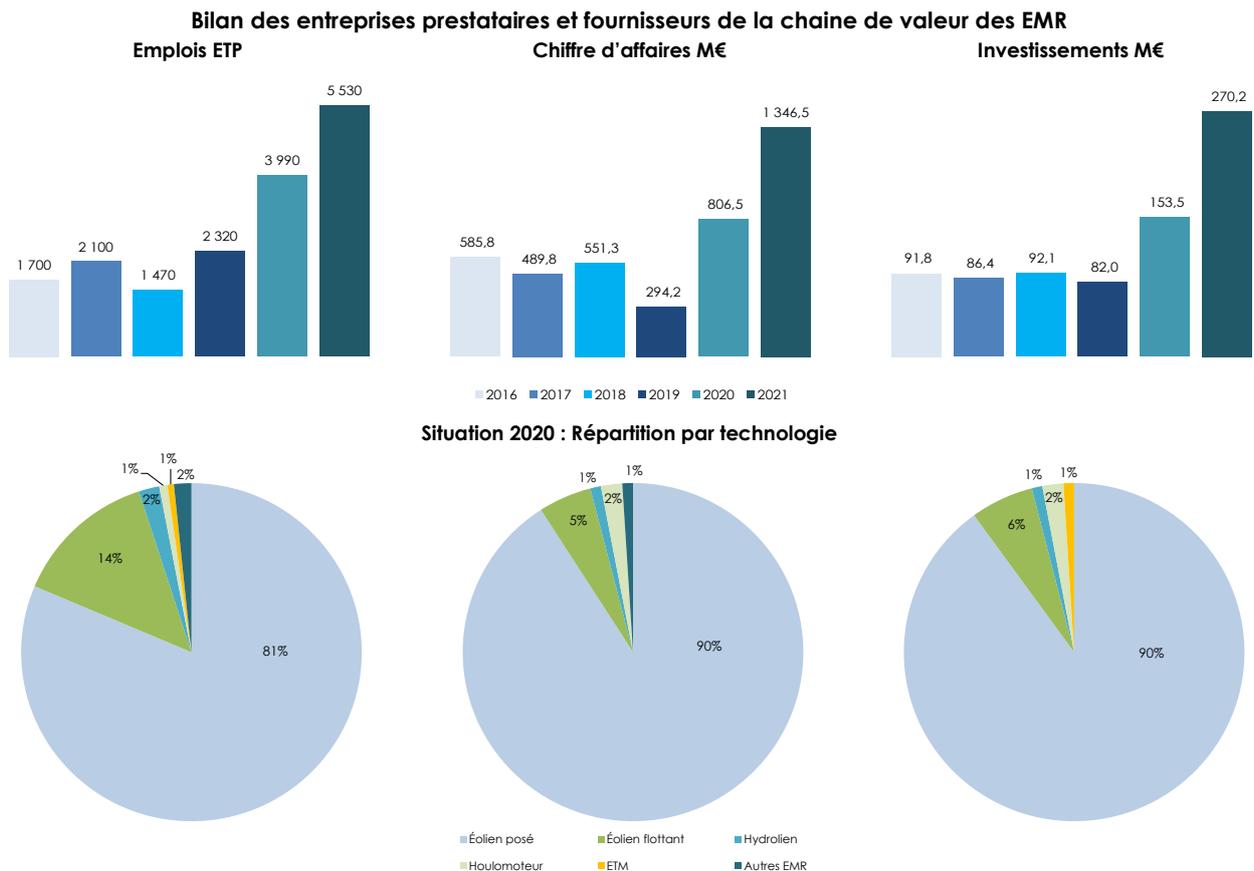
# Situation du marché

## Plus de 6 590 ETP selon l'Observatoire des Énergies de la Mer en 2021

Le stade précoce de développement des EMR ne permet pas d'estimer les marchés sur le modèle de ce qui est fait dans le reste de l'étude « Marchés et Emplois », les investissements réalisés dans les EMR n'étant pas concrétisés en France.

Depuis 2017, l'Observatoire des Énergies de la Mer réalise chaque année une enquête auprès des entreprises et des acteurs de la filière. Selon la dernière enquête (publication 2022), la filière des énergies marines affiche un CA total de 1 383 M€ en 2021 et emploie plus de 6 590 ETP.

Cette même année, les seules entreprises prestataires et fournisseurs de la chaîne de valeur emploient 5 530 ETP (+1 540 ETP par rapport à l'année précédente) pour un chiffre d'affaires de 1 346 M€ (soit 1,7 fois plus qu'en 2020). Plusieurs facteurs expliquent cette progression : le nombre plus important de répondants à l'enquête, le démarrage des travaux de construction des parcs français issus des premiers appels d'offres (notamment celui de Saint-Nazaire), et le niveau de maturité de l'éolien flottant qui approche du stade industriel.



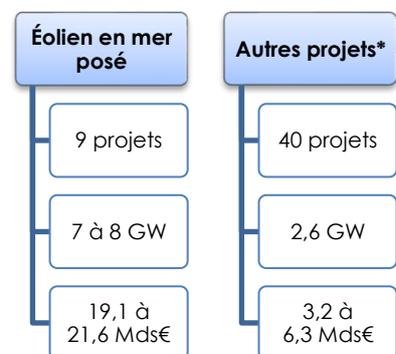
Source : Observatoire des Énergies de la Mer, Rapports « Les Énergies de la Mer », n°1 à 6

## Inventaire des projets des filières EMR

On trouve ci-après un large inventaire des projets développés ou en cours de développement pour chaque filière de production, ainsi que les acteurs associés.

Cet inventaire est fondé sur le rapport de la mission Boyé (2013), de l'inventaire des projets soutenus par le programme IA de l'ADEME (2020), ainsi que des rapports annuels de l'Observatoire des Énergies de la Mer, avec une actualisation des informations.

Les projets d'éolien en mer posé représentent un investissement moyen de 20,4 Mds€. Les autres projets d'EMR représentent en moyenne 4,7 Mds€ d'investissements.



(\*) Hors Rance et projets inconnus

## Projets achevés ou en cours de développement pour les différentes filières EMR

Statut	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
<b>ÉOLIEN POSÉ</b>									
Chantier (AO1)	Saint-Nazaire	Port de La Turballe	Commercial	EDF Renouvelables, Enbridge	480	2012	2020	2022	2 000
Chantier (AO1)	Fécamp	Fécamp	Commercial	EDF Renouvelables, Enbridge, WPD Offshore	497	2012	2020	2023	2 000
Chantier (AO1)	Courseulles-sur-Mer	Caen-Ouistreham	Commercial	EDF Renouvelables, Enbridge, WPD Offshore	448	2012	2021	2024	1 800
Chantier (AO1)	Saint-Brieuc	Saint-Quay-Portrieux	Commercial	Iberdrola	496	2012	2021	2023	2 400
En attente (AO2)	Yeu-Noirmoutier	Îles d'Yeu et de Noirmoutier	Commercial	Engie, Portugais EDP Renewables, Sumitoma, Banque des Territoires	496	2014	2021	2024	2 000
En attente (AO2)	Dieppe Le Tréport	Dieppe	Commercial	Engie, Portugais EDP Renewables, Sumitoma, Banque des Territoires	496	2019	2024	2026	2 000
En attente (AO3)	Dunkerque	Dunkerque	Commercial	EDF Renouvelables, Innogy SE, Enbridge (Blauracke GmbH)	598	2019	2024	2027	1 400
Projet (AO4)	Centre Manche I et Centre Manche II	Barfleur (Cotentin)	Commercial	Désignation du(des) lauréat(s) en 2023	1 000	2022	-	2028	4 000 à 5 000
					1 500	2022	-	2031	
Projet (AO7)	Sud Atlantique (+extension)	île d'Oléron	Commercial	Désignation du(des) lauréat(s) en 2022	500 à 1 000	2021	2025	2030	1 500 à 3 000
					Désignation du(des) lauréat(s) après 2024	500 à 1 000	-	-	
<b>Total Éolien Posé</b>					<b>7 011 à 8 011</b>				<b>19 100 à 21 600</b>

ÉOLIEN OFFSHORE FLOTTANT	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
En exploitation	Floatgen	Le Croisic	Démonstrateur	IDEOL, École Centrale Nantes, Bouygues TP	2,0	2014	-	2018	21,5
Clôturé	VertiWind	Fos-sur-Mer	Démonstrateur	Nénuphar, EDF Energies Nouvelles, IFP, ISITY, Bureau Veritas, Océanide, Arts et Métiers ParisTech	2,0	2011	-	-	16,8
Clôturé	Winflo	Le Croisic	Conception	Nass & Wind Industrie, DCNS, IFREMER, ENSTA Bretagne, Eni, Saipem, In Vivo	-	2009	-	-	37,4
Clôturé	EolFloat	Guyancourt	Conception	DIETSWELL, Matière, Océanide	6,0	2017	-	-	4,0
Clôturé	EFFICACE	Le Croisic	Conception	Eolink SAS	12,0	2019	-	2020	1,0
Projet	SEA REED EFGBI (Éoliennes flottantes de Groix & Belle-Île)	Port de Lorient	Ferme pilote	DCNS, Alstom	6,0	2013	-	-	18,9
					28,5	2016	2021	2023	236,0
En attente	EolMed	Port La Nouvelle (Cruissan)	Ferme pilote	QAIR, BW Ideol	30,0	2016	2021	2024	212,0
En attente	EFGL (Éoliennes flottantes du golfe du Lion)	Leucate Le Barcarès	Ferme pilote	Ocean Winds (JV Engie & Energias de Portugal Renewables EDP), Caisse des Dépôts (Éolien en Mer Participations)	30,0	2016	2022	2023	215,0
En attente (enquête publique en cours)	PGL (Provence Grand Large)	Faraman-Port-Saint-Louis-du-Rhône	Ferme pilote	EDF Renouvelables	25,2	2016	2022	2023	224,0
Projet (AO5)	Bretagne Sud (+extension)	Belle-Île-en-Mer et île de Groix	Pré-commercial	Désignation du(des) lauréat(s) début 2023	250,0	2021	-	2029	1 000 à 4 000
					500,0	-	-	-	
Projet (AO6)	Méditerranée I et Méditerranée II	Caneï-en-Roussillon et Port-Saint-Louis du Rhône		Lancement de la procédure de mise en concurrence	500,0	2021	2027	2029	-
					1 000,0	-	-	-	-
Arrêté	Nénuphar	Lille et Fos-sur-Mer	Prototype	Fonds Ecotechnologies, AREVA, Iinvest Partners, Water Lily Holding	4,6	2009	-	2018	15,0
Arrêté	Spinfloat		Prototype	Eolfi, SSP, GustoMSC	5,0	2014	-	-	4,0
<b>Total Éolien Offshore flottant</b>					<b>2 401,3</b>				<b>2 005,6 à 5 005,6</b>

HYDROLIEN MARIN	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
Clôturé	Sabella D10	Passage du Fromveur (Ouessant)	Démonstrateur	Sabella, IFREMER, Bureau Veritas	1,0	2009	-	2015	13,6
Clôturé	Arcouest (OPENHYDRO1)	Paimpol-Bréhat	Prototype Démonstrateur	EDF, OpenHydro	0,5	2008	-	2011	70,0
					2,0	2015	-	2017	
Clôturé	Opal'EEL	Boulogne-sur-Mer	Prototype	EEL Energy, IFREMER, Hutchinson	1,0	2012	-	2016	9,0
		Rade de Brest	Démonstrateur		5,0	2018	-	-	-
Clôturé	OceanQuest	Paimpol-Bréhat	Prototype	CMN, HydroQuest, Université Caen Normandie	1,0	2016	-	2019	20,0
En cours	Tidal Stream Energy Industry Energiser (TIGER)	Raz Blanchard	Prototype	HydroQuest, Normandie Hydroliennes	8,8	2019	-	2023	46,8
		Paimpol-Bréhat		EDF, Pôle SEENEOH, HydroQuest, EMEC, Bretagne Développement Innovation, Minesto					
		Golfe du Morbihan		Morbihan Hydro Energies					
En cours	SCELPHY	Quimper	Brique technologique	Sabella	-	2021	-	-	4,0
Arrêté	Nepthyd	Raz Blanchard	Ferme pilote	Engie	5,6	2016	-	2018	101,0
Arrêté	Normandie Hydro	Raz Blanchard	Ferme pilote	DCNS, EDF Energies Nouvelles	14,0	2014	-	2019	112,0
Arrêté	GENISSIAT	Génissiat	Ferme pilote	CNR, HydroQuest	2,0	2016	-	2019	13,0
<b>Total Hydrolien</b>					<b>40,9</b>				<b>389,4</b>

HOULOMOTRICE	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
En cours	WEC S3	Monaco	Démonstrateur	SBM Offshore, IFP Énergies Nouvelles, École Centrale Nantes	-	2010	-	2022	-
En cours	HACE	La Rochelle	Prototype	Hydro Air Concept Energie	0,2	2017	-	2018	0,9
En cours	DIKWE	Audierne	Démonstrateur	GEPS Techno, Legendre, IFREMER	-	2021	-	-	5,6
Inconnu	WATTMOR	Plouzovef-Audierne	Ferme pilote	DCNS, Fortum, AW Energy	1,5	2012	-	-	15 à 40
	Seawatt	La Réunion	Ferme pilote	Seawatt, Ocean Power Delivery	3,8	2010	-	-	25,0
<b>Total Houlomotrice</b>					<b>0,2</b>				<b>6,5</b>

PV FLOTTANT	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
Fini	O'Mega 1	Piolenc	Commercial	Akuo Energy, Ciel et Terre, Bouygues Energies et Services	17,0	2011	-	2019	-
<b>Total PV flottant</b>					<b>17,0</b>				

ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
En standby	CHU Sud Réunion	La Réunion	Commercial	EDF, CHU, BD5, GTOI	8,0	2015	-	2023	15,0
Arrêté	Saint Denis			ClimAbyss, SIDEO	40,0	2008	-	-	151,0
Arrêté	NEMO	Martinique		Akuo Energy, DCNS, SEM	10,7	2008	-	2020	450,0
<b>Total ETM</b>					<b>58,7</b>				<b>616,0</b>

GRADIENT DE SALINITÉ	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
En cours	Sarbacanne	Rennes	Prototype	SWEETCH Energy	-	2020	-	2023	4,4
<b>Total Gradient de Salinité</b>					<b>-</b>				<b>4,4</b>

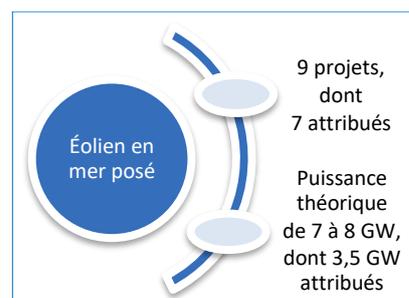
MIXTE : HOULE, SOLAIRE, COURANT	Nom du projet	Localisation	Type de projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Travaux	Mise en service	Montant M€
Fini	PH4S		Prototype	GEPS Techno	0,0	2011	-	2014	1,0
			Démonstrateur		1,0	2015	-	2018	
En cours	MLiner	Penhoët	Plateforme		60,0	-	-	2020	150 à 200
Fini	MEGAWATT Blue	Arzon	Expérimentation		0,0	-	-	2018	-
En production	Guinard Energies	Ria d'Étel	Démonstrateur	P154 (Hydrolien, PV, Stockage)	0,3	-	-	2019	2,6
En cours	WAVEGEM	Le Croisic	Prototype	GEPS Techno, Chantiers de l'Atlantique, SNEF, IFREMER, École Centrale Nantes, ICAM Nantes, Blue Solutions	0,2	2019	-	2021	5,0
En cours	PHARES	Passage du Fromveur (Ouessant)	Démonstrateur	Akuo Energy, Sabella, EDF SEI (Hydrolien, Éolien, PV, Stockage)	2,4	2019	-	2023	25,0
<b>Total Mixte</b>					<b>63,8</b>				<b>183,6 à 233,6</b>

(\*) Sommes hors projets inconnus

## Éolien en mer posé : forte baisse des tarifs d'achat

Le développement de la filière de l'éolien posé en mer, filière mature, se fait à travers une politique d'appels d'offres (AO). Trois AO lancés par le gouvernement en juillet 2011, mars 2013 et avril 2016 conduisent à l'attribution de sept parcs éoliens posés en mer pour une capacité de plus de 3 500 MW :

- **1<sup>er</sup> appel d'offres (projets attribués en 2012)** : Trois parcs sont remportés par le consortium Éolien Maritime France, mené par EDF Renouvelables et Enbridge : Saint-Nazaire (480 MW), Fécamp (497 MW) et Courseulles-sur-Mer (448 MW). Le consortium s'est également associé avec Wpd Offshore pour les parcs de Fécamp et Courseulles-sur-Mer.



Les éoliennes du parc de Saint-Nazaire sont fabriquées dans l'usine General Electric de Montoir-de-Bretagne (inaugurée en 2014). Cette implantation industrielle exporte également vers les États-Unis (parc de Block Island) et l'Allemagne (parc Merkur). Depuis mars 2022, les éoliennes des deux parcs de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer sont fabriquées dans le hub industriel de Siemens-Gamesa dans le Havre.

Les trois parcs sont entrés en phase de construction, avec des mises en service prévues en 2022 pour Saint-Nazaire 2023 pour Fécamp, et en 2024 pour Courseulles-sur-Mer.

Le parc de Saint-Brieuc d'une puissance totale de 496 MW est remporté par l'énergéticien Iberdrola. Les éoliennes seront fournies par Siemens-Gamesa. Les travaux d'installation du parc débutent en mai 2021, pour une mise en service prévue en 2023.

- **2<sup>ème</sup> appel d'offres (projets attribués en 2014)** : Le consortium mené par Engie et EDP Renewables remporte les deux parcs de 496 MW chacun du deuxième AO sur les sites de Yeu-Noirmoutier (mise en service prévue en 2024) et de Dieppe-Le-Tréport (mise en service prévue en 2026). Les engagements de ces porteurs de projets conduisent en 2020 à la création d'une usine de production d'éoliennes au Havre, par Siemens-Gamesa, où seront fabriquées les turbines de ces projets. Les deux sociétés sont détenues par Engie (29,5 %), Energias de Portugal Renewables (EDPR ; 29,5 %), Sumitomo Corporation (29,5 %) et la Banque des Territoires (Groupe Caisse des Dépôts ; 10 %).

En 2018, au vu des différentiels de prix entre les parcs français et les parcs européens, l'État entame des négociations avec les lauréats des deux premiers AO concernant les tarifs d'achat de l'électricité produite par ces parcs. Sur la base d'un tarif d'achat fixé à environ 150 €/MWh, les six projets sont finalement maintenus, moyennant un cadre de soutien révisé.

- **3<sup>ème</sup> appel d'offres (projets attribués en 2019)** : Le troisième AO pour l'équipement du parc de Dunkerque, 598 MW, est remporté par le consortium EDF Renouvelables, Innogy SE et Enbridge (Blauracke GmbH). Le coût du projet s'élève à 1,4 Mds€. Sa mise en service est programmée en 2027. Le prix proposé pour l'électricité produite par le projet, 44 €/MWh, démontre une compétitivité comparable aux projets récemment attribués sur le marché européen. Les équipementiers du projet ne sont pas encore sélectionnés par le maître d'ouvrage.

L'ensemble des 7 projets d'éolien en mer posé attribués par AO représentent un investissement total d'environ 13,6 Mds€. Même si le développement de ces projets a pris près de 15 ans, les investissements sont réalisés sur une période plus courte, permettant la construction des composants et l'installation du parc (à titre d'exemple : de 2020 à 2022 pour le parc de Saint-Nazaire, soit 3 ans).

Dans le cadre du calendrier annuel d'AO prévu dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE 2020), de nouveaux projets pour l'éolien en mer posé sont lancés depuis 2020 :

- **Centre Manche I et II (AO4)** : En 2020, une 4<sup>ème</sup> procédure de mise en concurrence est lancée concernant un parc éolien posé en mer à Barfleur dans le Cotentin sur la façade Manche Est - Mer du Nord (MEMN) : projet Centre Manche I de 1 000 MW (mise en service programmée en 2028) et son extension Centre Manche II de 1 500 MW (mise en service prévue en 2031). Ce parc sera le 4<sup>ème</sup> en Normandie (après Fécamp, Courseulles-sur-Mer et Dieppe-Le-Tréport). Le coût total de ce projet serait de 4 à 5 Mds€. Après le dialogue concurrentiel en 2021, six candidats sont communiqués :

- ✓ La société Éoliennes en Mer Manche Normandie, une société de projet d'EDF Renouvelable et de Maple Power (joint-venture des canadiens Enbridge et CPPIB – Canada Pension Plan Investment Board) ;
- ✓ L'espagnol Iberdrola Renovables France ;
- ✓ La co-entreprise Ocean Winds, structure dédiée à l'éolien en mer et détenue par Engie et le portugais EDPR ;
- ✓ L'anglo-néerlandais Shell ;
- ✓ Le consortium franco-allemand Total-RWE ;
- ✓ Le consortium formé par le suédois Vattenfall, l'allemand WPD Offshore et la Banque des Territoires.

La désignation du(des) lauréat(s) est prévue début 2023.

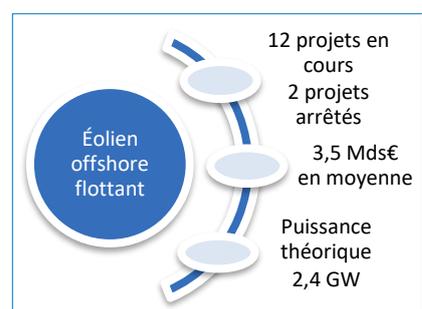
- **Sud Atlantique (AO7)** : De septembre 2021 à février 2022, s'est tenu un débat public concernant le développement d'un parc éolien posé en mer au large de l'Île d'Oléron : projet Sud Atlantique de 500 à 1 000 MW. L'attribution de ce projet est prévue courant 2023, pour une mise en service en 2030. Ce débat public a également pour objet une extension du projet de 500 MW à 1 000 MW à attribuer après 2024. Le coût total est estimé entre 1,5 et 3 Mds€.

## Éolien offshore flottant au stade pré-commercial

L'éolien offshore flottant est proche du développement commercial. Le soutien apporté à la filière jusqu'à présent permet de développer de nombreux projets de R&D de type prototype ou démonstrateurs, concentrés parfois sur une brique technologique.

En 2015, le lancement de l'AAP " Fermes pilotes éoliennes flottantes " révèle l'atteinte d'un nouveau stade de maturité pour la filière.

En 2018, la 1<sup>ère</sup> éolienne flottante Floatgen au large du Croisic est raccordée au réseau. D'une puissance de 2 MW, cette éolienne peut alimenter en électricité près de 5 000 habitants.



### Sites d'essais et prototypes

Au large du Croisic, le site SEM-REV - 1<sup>er</sup> site européen d'essais en mer multi-technologies connecté au réseau - est en partie dédié à l'éolien flottant de petite puissance. Inauguré courant 2015, ce site est géré par le Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique (LHEEA) de l'école Centrale Nantes et du CNRS. Il est financé sur 6 ans via les fonds FEDER pour un montant annuel d'environ 2,4 M€. Une extension du site, SEM-REV 2, est annoncée avec un budget d'environ 25 M€. Cette extension permettra d'accueillir au moins deux éoliennes flottantes ou posées de grande puissance (8 MW).

Plusieurs projets de prototypes sont développés ces dernières années. Parmi eux, les projets Nénuphar (4,6 MW, lancé en 2009 par Fonds Écotecnologies, AREVA, Idinvest Partners, Water Lily Holding) et Spinfloat (5 MW, lancé en 2014 par Eolli, SSP, GustoMSC). Les deux projets ont dû être arrêtés.

## Démonstrateurs

Basée à La Ciotat, la société Ideol conçoit, développe et brevète une fondation flottante dotée d'un système de *damping pool*. La plate-forme est un flotteur de surface en forme d'anneau en béton à faible tirant d'eau de dimensions très compactes. Inauguré en 2017, Floatgen est la 1<sup>ère</sup> éolienne flottante raccordée au réseau depuis l'été 2018. Démonstrateur de 2 MW, elle se trouve sur le site du SEM-REV. Ce projet réunit 7 partenaires européens, dont Ideol (coordinateur du projet) et Bouygues TP. En 2020, l'éolienne signe un record de production avec 12,8 GWh en deux ans. En 2021, Ideol est racheté par la société norvégienne Oil & Gas BW Offshore pour former l'entreprise BW Ideol.

Le concept d'éolienne flottante Eolink fait également ses preuves en 2016 grâce à une échelle 1/50<sup>e</sup>. Les essais bassins avec vent et vagues désalignés sont effectués à l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER). En 2018, Eolink met en service une éolienne flottante en mer, une réplique 1/10<sup>e</sup> d'une machine de 12 MW testée préalablement. Dans l'ensemble, 35 capteurs connectés en temps réel permettent de démontrer la pertinence du concept et d'établir la corrélation avec les prévisions numériques. Mené de 2019 à 2020, le projet EFFICACE fait suite à ces travaux dans le but de développer l'innovation permettant une commercialisation rapide de la technologie Eolink sur un produit concurrentiel d'une même puissance (12 MW).

## Fermes pilotes : 4 mises en service prévues pour 2023

La réalisation de fermes pilotes est une étape d'apprentissage déterminante pour faire la preuve de l'exploitation en conditions réelles de la production d'électricité par des éoliennes flottantes et préparer le changement d'échelle que représente la phase commerciale. Cette phase d'apprentissage permet à l'ensemble des intervenants de valider les hypothèses techniques, ainsi que les processus industriels de fabrication, d'assemblage et de déploiement à reproduire, voire améliorer (par exemple pour la chaîne industrielle de fabrication, de montage, d'intégration de structures mécanosoudées). Elle est également essentielle pour profiter d'un retour d'expérience permettant d'adapter les infrastructures portuaires et la gestion des flux, élément critique pour l'installation d'un parc éolien flottant. Enfin, ces réalisations permettent de mieux maîtriser un certain nombre d'opérations et leur délai d'exécution, pour d'ores et déjà cibler, répartir et lever les risques du volet industriel des projets commerciaux. Elles donnent également un retour d'expérience sur les coûts et les pistes de réduction de ces coûts.

Dans le cadre de l'appel à projets « Fermes pilotes éoliennes flottantes » de l'ADEME lancé en 2015, 4 lauréats sont sélectionnés, représentant une puissance totale de 113,7 MW et une enveloppe d'aides de 300 M€ sur un budget total de 887 M€ : EFGBI - Éoliennes Flottantes de Groix et Belle-Île<sup>105</sup> ; EolMed<sup>106</sup> ; EFGI - Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion<sup>107</sup> ; PGL - Provence Grand Large<sup>108</sup>.

Suite à la faillite de Senvion en 2019 et à l'arrêt de production des éoliennes General Electric Haliade 150 à partir de 2021, les projets EFGBI, EolMed et EFGI changent de turbinier et comprennent désormais 3 MHI Vestas Offshore Wind (MVOW) de 9,5 MW pour EFGBI, et 3 MVOW de 10 MW pour EolMed et EFGI<sup>109</sup>. Le projet PGL concerne 3 Siemens de 8,4 MW.

Autre évènement notable : l'entrée de Total dans l'éolien flottant. La société est devenue actionnaire à 20 % du projet EolMed via une augmentation de capital de QAIR (actionnaire majoritaire du projet). Les travaux de raccordement devraient être réalisés par RTE, l'aménagement du port de Port-la-Nouvelle est en cours.

Les quatre fermes pilotes ont obtenu l'ensemble de leurs autorisations, les mises en service sont prévues à partir de 2023.

Dans le cadre du calendrier annuel d'AO prévu dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE 2020), de nouveaux projets pour l'éolien flottant sont lancés depuis 2021 :

- Bretagne Sud (AO5) : Ce projet pré-commercial d'éoliennes flottantes de 250 MW au large de Belle-Île-en-Mer et de l'île de Groix fait l'objet d'une procédure de mise en concurrence lancée en 2021. La désignation du(des) lauréat(s) est prévue début 2023. La mise en service est prévue d'ici 2029. Un second projet prévoit d'y ajouter à terme 500 MW de puissance installée, soit un total de 750 MW. Le coût du projet est estimé entre 1 et 4 Mds€, fourchette très large due aux incertitudes de la technologie.
- Méditerranée I et II (AO6) : À l'été 2021, un débat public est organisé pour un projet de deux parcs éoliens flottants entre Canet-en-Roussillon (golfe du Lion) et Port-Saint-Louis du Rhône (golfe de Fos-sur-Mer). Chacun des parcs disposera d'une puissance de 250 MW et seront, à terme, augmentés par des extensions de 500 MW (soit 750 MW par parc). Ces projets devraient être attribués en 2023.

<sup>105</sup> Partenaires : Eolfi, Caisse des Dépôts (Éolien en Mer Participations), Méridiam RCF

<sup>106</sup> Partenaires : QAIR, Ideol BW

<sup>107</sup> Partenaires : Ocean Winds (joint-venture Engie et EDPR), Caisse des Dépôts (Éolien en Mer Participations)

<sup>108</sup> Partenaires : EDF Renouvelables

<sup>109</sup> Acquisition par Vestas des parts de Mitsubishi Heavy Industries (MHI) dans leur coentreprise d'éoliennes offshore

## Observatoire de l'éolien 2021

France Énergie Éolienne (FEE) réalise chaque année un Observatoire de l'éolien. L'édition 2021 de cet observatoire répertorie 22 570 emplois directs et indirects fin 2020, contre 12 680 ETP directs selon les résultats de la présente étude M&E (édition 2022 ; page 18).

L'écart entre ces deux estimations s'explique par la différence de champ d'étude. L'observatoire de l'éolien inclut, outre les emplois de l'éolien terrestre sur le territoire français, les emplois liés à l'éolien en mer posé (emplois associés aux études, au développement, à la fabrication de composants et d'ingénierie) et à l'éolien flottant (emplois associés à la recherche, le développement et la construction de prototypes pré-commerciaux). L'observatoire inclut également certains emplois que M&E considère comme indirects (assurances, financement, formation, centres de recherche, nouveaux métiers). Par ailleurs, la méthodologie est totalement différente : l'observatoire s'appuie sur une enquête basée sur un recensement des effectifs, tandis que l'étude M&E se base sur une estimation des emplois à partir du marché (MW, GWh, chiffres d'affaires).

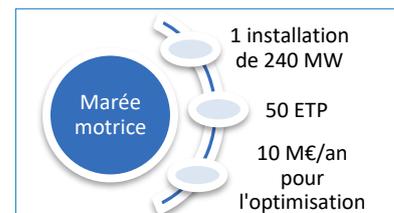
### Comparaison des résultats d'emplois M&E et FEE en 2020

Emplois en 2020	IN NUMERI	FEE
Fabrication des équipements	2 350	4 280
Études et développement	3 570	6 200
Assemblage, génie civil, transport	2 780	6 450
Exploitation-maintenance	3 980	4 190
<b>Total commun entre FEE et In Numeri</b>	<b>12 680</b>	<b>21 130</b>
Hors champ pour In Numeri	-	1 450
<b>Total</b>	<b>12 680</b>	<b>22 570</b>

Source : Cap Gemini Invent pour France Energie Éolienne, Observatoire de l'éolien 2021, Analyse du marché, des emplois et des enjeux de l'éolien en France

## Énergie marémotrice : barrage de Rance

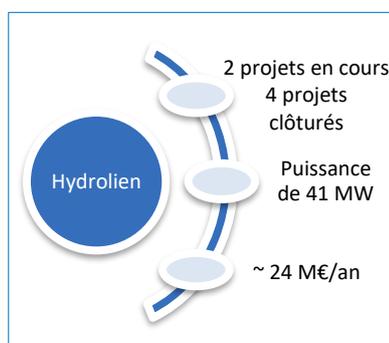
La technologie marémotrice est mature. Cependant, la mise en place de nouveaux projets se heurte au faible nombre de sites pouvant accueillir cette technologie, ainsi qu'à des difficultés liées au fort impact environnemental (biodiversité, dynamiques hydro-sédimentaires). Aujourd'hui, il existe cinq usines marémotrices en fonctionnement dans le monde : Sihwa en Corée du Sud (254 MW), Rance en France (240 MW), Annapolis au Canada (20 MW), Kilaya Guba en Russie (1,7 MW), ainsi qu'une usine de 3,2 MW en Chine.



En fonctionnement depuis 1966, la production annuelle de l'usine de la Rance est estimée à 500 GWh en moyenne. Les investissements pour l'énergie marémotrice concernent ainsi l'entretien et l'optimisation des capacités de production de cette usine. D'après les programmes publics d'EDF, ils s'élèveraient à 10 M€ par an jusqu'en 2025. Les travaux réalisés ont pour objectif de moderniser l'aménagement et les équipements de la centrale. En supposant que les activités de construction représentent la plus grande partie des investissements, une cinquantaine d'ETP par an seraient associés à ces investissements.

## Énergie hydrolienne aux portes des fermes pilotes

Les projets développés concernent des hydroliennes marines à proprement parler, ainsi que des hydroliennes fluviales. Cette filière atteint un stade de maturité qui permet à certains porteurs de projets d'envisager le développement de fermes pilotes, notamment au Canada, au Royaume-Uni et en France.



Selon une étude menée par CVA en 2018<sup>110</sup>, les projections concernant les LCOE<sup>111</sup> pour une ferme de 14 MW seraient d'environ 290 €/MWh et les baisses de prix attendues d'ici 2030 ne pourraient se situer en-dessous de 164 €/MWh. Toutefois, ces projections sont à mettre au regard des récents développements de la filière qui permettent d'envisager des prix plus faibles, en particulier dans le contexte de projets de plus grande envergure menant à des économies d'échelle<sup>112</sup>. Des études menées de 2018 à 2020 par l'institut d'innovation britannique ORE Catapult et par l'association européenne pour les énergies océaniques Ocean Energy Europe avancent l'hypothèse d'une réduction des coûts permettant de passer sous le seuil de 100 €/MWh pour une capacité installée cumulée d'1 GW. Une récente note de l'Observatoire des Énergies de la Mer, rédigée en partenariat avec la filière, confirme cette tendance<sup>113</sup>.

<sup>110</sup> Corporate Value Associates (CVA) pour ADEME (2018), Étude stratégique de la filière hydrolien marin

<sup>111</sup> Levelized Cost of Energy : coût actualisé de l'énergie

<sup>112</sup> En 2018, Atlantis Resources (développeur et fabricant d'hydroliennes) demande un contrat de différence (CFD) de 179 €/MWh pour une ferme composée de 49 turbines d'une puissance totale de 73,5 MW (ADEME).

<sup>113</sup> Observatoire des Énergies de la Mer (mars 2022), Énergie Hydrolienne à l'aube des fermes pilotes

Rappelons que l'éolien en mer posé est actuellement à 60 €/MW en moyenne en Europe.

La Stratégie Offshore Européenne, qui vise l'installation de 100 MW à horizon 2025 et de 1 GW à horizon 2030, pourrait favoriser cette décroissance rapide des coûts, d'une part en améliorant la confiance du marché financier dans les technologies d'énergies océaniques les plus matures, et d'autre part via les outils de financement disponibles de l'UE développés en parallèle de cette stratégie. Ces outils constituent un levier important de développement pour les porteurs de projets.

Les acteurs de la filière hydrolienne demandent la fixation d'objectifs pré-commerciaux et commerciaux, associée à un tarif d'achat, dans la future PPE (2024-2033) afin d'apporter une visibilité suffisante pour les industriels et les investisseurs.

### Sites d'essais et démonstrateurs

Le site de Paimpol-Bréhat (Bretagne) accueille un prototype de 0,5 MW de 2008 à 2011, ainsi qu'un démonstrateur de 2 MW de 2015 à 2017 conçu par la société OpenHydro. En mai 2016, un 2<sup>ème</sup> prototype est positionné au côté du premier, mais une avarie technique met fin à ces essais. Depuis avril 2019, les Constructions Mécaniques de Normandie - CMN (en partenariat avec HydroQuest et l'université de Caen Normandie) testent leur technologie d'hydrolienne sur ce même site : projet OceanQuest avec une machine d'1 MW. En octobre 2021, la machine est relevée après 2 ans d'immersion sans avarie. Ce site de test, appartenant à EDF, est depuis peu exploité par SEENEHO. Construit en 2016 à Bordeaux, le premier site d'essais SEENEHO accueille ses premiers clients en 2018. Il permet de tester simultanément jusqu'à 3 technologies d'hydroliennes raccordées au réseau électrique pour une capacité totale de 250 kW via les trois emplacements QUEBEC, BILBAO et BRISTOL.

Depuis 2012, EEL Energy (en partenariat avec IFREMER et Hutchinson) développe une hydrolienne en rupture avec les modèles classiques à turbines : projet Opal'EEL. À l'instar des animaux aquatiques, son système utilise l'ondulation d'une membrane pour produire de l'énergie. Des tests sont menés dans les bassins de l'IFREMER (Boulogne-sur-Mer), puis dans la rade de Brest en 2018. La société obtient une subvention FEDER de 950 000 € en janvier 2020.

Sabella développe également plusieurs projets d'hydroliennes (Sabella D03 près de Quimper, Sabella D10 et PHARES dans le Fromveur à Ouessant) bénéficiant la plupart du temps d'un soutien financier dans le cadre des investissements d'avenir et de fonds européens.

Plusieurs développeurs de technologies fluviales mettent également à l'eau des démonstrateurs unitaires. C'est le cas notamment d'Hydrotube Energies, Berlin Technologies, EcoCinetic, et Guinard Energies.

### Énergie houlomotrice

Deux types de stratégies de positionnement marché peuvent être choisis par les développeurs de technologies houlomotrices :

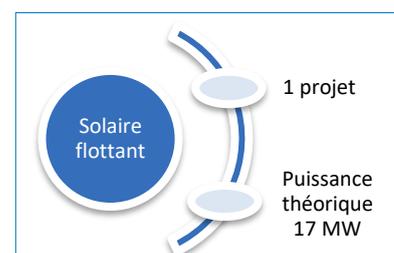
- Les applications de 100 kW et plus dédiées à la production d'électricité pour exploitation sur le réseau. Les machines développées aujourd'hui ont une capacité inférieure à 1 MW et leur survivabilité dans des conditions extrêmes doit encore être démontrée.
  - En partenariat avec l'IFP Énergies Nouvelles (IFP EN) et l'École Centrale de Nantes, SBM Offshore obtient en 2016 un financement du programme d'investissement d'avenir (PIA) pour la poursuite du développement du projet houlomoteur WEC S3, structure souple constituée de polymères électro-actifs pour la production d'électricité. L'houlomoteur devrait être mis à l'eau à Monaco courant 2022.
- Les petites installations inférieures à 50 kW. Elles sont plutôt à destination d'applications particulières (oil&gas, aquaculture, mesures ou suivis météorologiques et environnementaux). Ce deuxième axe permet déjà à certains acteurs de bénéficier de débouchés commerciaux.
  - Fin 2019, la PME ligérienne GEPS Techno remporte un contrat de services de 4 ans avec Météo France afin d'effectuer les mesures de vent et de météocécane pour les futurs parcs éoliens offshore français, ainsi que plusieurs contrats de mesure à l'international.

Par ailleurs, GEPS Techno s'est également lancé, aux côtés du groupe Legendre et de l'IFREMER, dans le développement d'un projet de digue à énergie positive équipée d'un système houlomoteur intégré. L'énergie produite pourra alimenter localement des besoins portuaires ou bien être injectée sur le réseau.

### Solaire photovoltaïque flottant

Le solaire photovoltaïque flottant ne fait pas *stricto sensu* partie des énergies marines. Les panneaux solaires sont posés sur des lacs, des étangs ou des mers (expérimentations menées en mer du Nord).

En 2019, une centrale photovoltaïque flottante est mise en service à Piolenc (Vaucluse) sur le lac d'une ancienne carrière. D'une puissance théorique de 17 MW, elle s'étend sur 17 ha. Le développeur est Akuo Énergie, avec un système développé par une entreprise française, Ciel et Terre. Un autre site de même puissance est en préparation à Raissac-d'Aude (Occitanie).



Dans le monde, plusieurs centrales sont déjà mises en service, telles que la centrale de 70 MW à Bengbu en Chine.

Oceans of Energy, une spin-off de l'Université de technologie de Delft (Pays-Bas), vient d'achever l'installation de la première section de 8,5 kWc du parc pilote solaire flottant au large des côtes néerlandaises (projet lancé en février 2018). Selon Oceans of Energy, cette première section commence à produire dès 2019 et résiste déjà aux premières tempêtes. La centrale sera à court terme agrandie afin d'accueillir 50 kWc, avant d'être en phase d'essai pendant un an.

Néanmoins, l'impact environnemental de telles centrales n'est pas encore parfaitement connu.

## Énergie Thermique des Mers

Le déploiement de la technologie ETM étant restreint aux zones intertropicales, celle-ci présente une complémentarité avec les autres énergies renouvelables en mer en s'adaptant à des territoires spécifiques.

Trois projets concernant la production d'électricité grâce aux énergies marines étaient prévus dans les DOM-TOM : deux à la Réunion et un en Martinique. Pour l'instant, deux de ces projets sont abandonnés ou mis en sommeil, les premières études ayant fait apparaître des coûts d'investissements ou d'exploitation trop élevés.

Par ailleurs, le projet d'EcoTechnoPort (récemment labellisé *Territoires d'industrie*) fait suite à l'étude stratégique concernant le développement portuaire du pôle énergétique et industriel de la zone de Bois-Rouge (La Réunion ; étude réalisée par Naval Energies et Artelia). Une centrale de valorisation de l'eau des profondeurs, qui a fait l'objet d'une étude de dimensionnement fin 2018, est au cœur du projet. Celle-ci permettrait la production d'électricité grâce au système d'énergie thermique des mers et pourrait contribuer au refroidissement d'un data center et d'une usine, de produire de l'eau douce, et de permettre le développement d'activités en lien avec l'aquaculture et la cosmétique. Suite à l'abandon des EMR par le groupe Naval Energies<sup>114</sup>, le projet est mis en sommeil en attente de reprendre.

## SWAC (Sea Water Air Conditioning)

Depuis 2007, la France s'intéresse de nouveau à la valorisation d'eau de mer des profondeurs. Depuis 2012, elle dispose d'un prototype à terre de 15 kW au CHU Sud à La Réunion (projet EDF Renouvelables). Celui-ci a permis de conduire des essais sur les échangeurs et condenseurs, de valider les performances du système et de qualifier les équipements critiques. Depuis 2015, EDF SEI, le CHU Sud Réunion, Grands Travaux de l'Océan Indien (GTOI) et BD5 développent une phase commerciale du projet. D'une puissance de 8 MW, le système devrait être mis en service d'ici 2023.

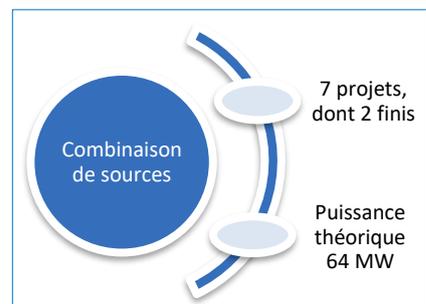
Depuis une dizaine d'année, le groupe Airaro exploite un SWAC à Bora-Bora et développe un projet pour l'hôpital de Tahiti.

Un autre projet de climatisation par eau de mer était porté par ClimAbyss (filiale d'Engie) dans le nord de la Réunion (quartier de Saint-Denis), mais il est arrêté en raison des difficultés de contractualisation avec les clients potentiels.

## Production d'électricité via plusieurs sources : houle, solaire, courant et vent

Après avoir achevé le prototype PH4S, GEPS Techno travaille sur une plateforme flottante, baptisée MLiner, de 50 à 60 MW combinant les énergies de la houle, du vent, du soleil et du courant (énergie dominante avec 60 %), soit quatre sources d'énergie différentes sur une seule et même plateforme. En juillet 2015, GEPS Techno met à l'eau son premier prototype PH4S dans le bassin de Penhoët (Saint-Nazaire).

En 2019, GEPS Techno a mis à l'eau le WAVEGEM (21m de long, 14m de large et 7m de haut). Outre son système houlomoteur, ce prototype est équipé de 68 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques. L'installation dispose d'une puissance totale de 150 kW (80 % houlomoteur et 20 % solaire).



Les systèmes mixtes intéressent tout particulièrement les îles. À Ouessant, Akuo Energy développe le projet PHARES (Programme d'Hybridation Avancée pour Renouveler l'Énergie dans les Systèmes insulaires), qui allie 2 hydroliennes Sabella, une éolienne et du photovoltaïque pour une puissance totale de 2,4 MW, associés à du stockage. La mise en service est prévue pour 2023.

<sup>114</sup> En 2021, Naval Energies est rachetée par SOFRESID-Engineering (filiale de SAIPEM) et cesse, par la même occasion, toutes ses activités dans les EMR.

# Perspectives du marché à horizon 2050

## Potentiel exploitable pour les EMR

Dans le cadre de l'actuelle Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE 2020), l'ADEME estime à 90 GW le potentiel technique exploitable pour l'éolien en mer posé et à 155 GW pour l'éolien flottant en 2030 (gisement estimé sans contrainte d'usage).

Pour sa part, le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) évalue le potentiel exploitable de l'éolien en mer entre 50 GW et 80 GW en 2050<sup>115</sup>.

Le Groupement des Industries de Construction et Activités Navales (GICAN) évalue le potentiel installé d'autres types d'EMR :

- 3 GW pour l'hydrolien d'ici 2030
- 200 MW d'ici 2020 et plus de 1 000 MW d'ici 2030 pour l'énergie houlomotrice
- 200 MW pour l'ETM dès 2020

Ces chiffres pourraient être revus et mis à jour dans le cadre de la prochaine PPE (2024-2033).

## Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

La PPE fixe les priorités d'action des pouvoirs publics quant aux différentes énergies sur le territoire métropolitain, des documents spécifiques étant élaborés pour les Zones Non Interconnectées (ZNI). Les objectifs de développement concernent l'éolien en mer posé et flottant pour un total de 5,2 à 6,2 GW en fonctionnement à l'horizon 2028, avec un objectif intermédiaire de 2,4 GW en 2023. La PPE intègre également un calendrier pour engager de nouvelles procédures d'Appels d'Offres (AO). À partir de 2025, la répartition entre éolien en mer posé et flottant dépendra de la maturité de l'éolien flottant, des coûts de production de chacune des technologies, et des zones d'installation des projets.

À noter qu'actuellement, la France a pris beaucoup de retard et aucun parc en mer n'est encore en activité. Le parc d'éoliennes en mer posées de Saint-Nazaire sera le premier à démarrer et cela courant 2022.

Calendrier des appels d'offres

Date d'attribution	2019	2020	2021	2022	2023	> 2024
Éolien en mer flottant (750 MW)			250 MW Bretagne Sud	2 x 250 MW Méditerranée		1 000 MW par an, posé et/ou flottant, selon les prix et le gisement, avec des tarifs cibles
Éolien en mer posé (2,5 à 3,0 GW)	600 MW Dunkerque	1 000 MW Manche Est Mer du Nord	500 à 1 000 MW Sud-Atlantique		1 000 MW	convergeant vers les prix de marché sur le posé

Source : Ministère de la Transition Écologique, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

Les autres EMR ne sont pas considérées assez matures pour annoncer des AO commerciaux. Cependant, le Gouvernement précise dans la PPE qu'il restait attentif aux évolutions de ces filières (en particulier l'hydrolien). D'autant plus que des évolutions sur les chiffres proposés pour l'ensemble des filières EMR sont attendues dans le cadre de l'exercice prospectif en cours, qui vise à définir de nouveaux objectifs à intégrer dans la future PPE 2024-2033.

## Stratégie Offshore Européenne

En novembre 2020, la Commission européenne présente la stratégie de l'Union Européenne (UE) sur les énergies renouvelables en mer. Celle-ci propose de porter la capacité de production éolienne en mer (posé et flottant) de l'Europe de 12 GW actuellement à au moins 60 GW d'ici 2030 et à 300 GW d'ici à 2050. Selon le Comité Interministériel de la Mer (CIMer), la France – avec un potentiel de 49 à 57 GW - doit se préparer pour atteindre cet objectif.

Sur la même période, la Commission entend compléter cette augmentation de capacité par 40 GW provenant de l'énergie océanique et d'autres technologies émergentes (énergie solaire flottante).

La Commission estime que des investissements de près de 800 Mds€ seront nécessaires d'ici à 2050 pour atteindre les objectifs proposés.

<sup>115</sup> Les chiffres de potentiel sont moins élevés que ceux du gisement brut du fait des contraintes d'usages. Le potentiel exploitable peut néanmoins évoluer soit si ces contraintes évoluent, soit si de nouvelles options techniques permettent d'exploiter une ressource qui ne l'était pas auparavant.

# LISTE DES ACRONYMES

<b>1G</b>	Première génération
<b>2G</b>	Deuxième génération
<b>AÀP</b>	Appel À Projets
<b>AAPST</b>	Appel À Projets pour les grandes installations Solaires Thermiques
<b>ACR</b>	Automatismes du génie Climatique et de la Régulation
<b>ADEME</b>	Agence de la Transition Écologique (anciennement Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie)
<b>AEBIOM</b>	Association Européenne de la BIOMasse
<b>AFNOR</b>	Association Française de NORmalisation
<b>AFPAC</b>	Association Française pour les Pompes à Chaleur
<b>AFPG</b>	Association Française des Professionnels de la Géothermie
<b>AIE</b>	Agence Internationale de l'Énergie
<b>AIE</b>	Agence d'Information sur l'Énergie
<b>AIIM</b>	African Infrastructure Investment Managers
<b>AMI</b>	Appel à Manifestation d'Intérêt
<b>ANAH</b>	Agence Nationale de l'Habitat
<b>ANR</b>	Agence Nationale de la Recherche
<b>AO</b>	Appel d'Offres
<b>APO</b>	Approbation du Projet d'Ouvrage
<b>AQPV</b>	Alliance Qualité Photovoltaïque
<b>ASAP</b>	Accélération et Simplification de l'Action Publique
<b>BBC</b>	Bâtiment Basse Consommation
<b>BCIAT</b>	Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire
<b>BEPOS</b>	Bâtiment à Énergie POSitive
<b>BIPS</b>	Bilans, Perspectives, Stratégies
<b>BREF</b>	Best Available Technique Reference
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>BT</b>	Basse Température
<b>CA</b>	Chiffre d'Affaires
<b>CAPEX</b>	Capital Expenditure
<b>CAS-TE</b>	Compte d'Affectation Spéciale Transition Énergétique
<b>CDC</b>	Caisse des Dépôts et Consignations
<b>CE</b>	Commission Européenne
<b>CEA</b>	Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives
<b>CEBI</b>	Climatique Énergie – Bâtiment et Industrie
<b>CEE</b>	Certificat d'Économies d'Énergie
<b>CESC</b>	Chauffe-Eau Solaire Collectif
<b>CESI</b>	Chauffe-Eau Solaire Individuel
<b>CEREN</b>	Centre d'Études et de Recherches Économiques sur l'Énergie
<b>CET</b>	Chauffe-Eau Thermodynamique
<b>CFD</b>	Contrat De Différence
<b>CFG</b>	Compagnie Française de Géothermie
<b>CHU</b>	Centre Hospitalier Universitaire
<b>CIAT</b>	Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques
<b>CIBE</b>	Comité Interprofessionnel du Bois Énergie
<b>CIDD</b>	Crédit d'Impôt Développement Durable
<b>CIH</b>	Centre d'Ingénierie Hydraulique
<b>CIMer</b>	Comité Interministériel de la Mer
<b>CITE</b>	Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique
<b>CMN</b>	Constructions Mécaniques de Normandie
<b>CN</b>	Comptabilité Nationale
<b>CNIM</b>	Construction Industrielle de la Méditerranée
<b>CNR</b>	Compagnie Nationale du Rhône
<b>CNRS</b>	Centre National de recherche Scientifique
<b>CO</b>	Monoxyde de Carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>COM</b>	Collectivité d'Outre-Mer
<b>COP</b>	Coefficient de Performance
<b>CPDP</b>	Comité Professionnel Du Pétrole
<b>CPE</b>	Conseiller Principal d'Éducation
<b>CPPIB</b>	Canada Pension Plan Investment Board
<b>CRE</b>	Commission de la Régulation de l'Énergie
<b>CSPE</b>	Contribution au Service Public de l'Électricité

<b>CVA</b>	Corporate Value Associates
<b>DEPR</b>	Direction Exécutive Perspective et Recherche
<b>DGEC</b>	Direction Générale de l'Énergie et du Climat
<b>DGEMP</b>	Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières
<b>DII</b>	Diester Industrie International
<b>DIRECCTE</b>	Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi
<b>DMA</b>	Déchets Ménagers et Assimilés
<b>DOM</b>	Département Outre-mer
<b>DPIH</b>	Division Production ingénierie Hydraulique
<b>DROM</b>	Département et Région Outre-mer
<b>DRV</b>	Débit de Réfrigérant Variable
<b>DTIGA</b>	Démonstrateurs et Territoires d'Innovation de Grande Ambition
<b>EACEI</b>	Enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie
<b>EAP</b>	Enquête Annuelle de Production
<b>ECOGI</b>	Exploitation de la Chaleur d'Origine Géothermale pour l'Industrie
<b>ECS</b>	Eau Chaude Sanitaire
<b>EDF</b>	Électricité De France
<b>EFGBI</b>	Éoliennes Flottantes de Groix et Belle-Île
<b>EFGL</b>	Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion
<b>EGEC</b>	European Geothermal Energy Council
<b>EGS</b>	Enhanced Geothermal System
<b>EMAA</b>	Énergie Méthanisation Autonome Azote
<b>EMHA</b>	Ester Méthylique d'Huile Animale
<b>EMHU</b>	Ester Méthylique d'Huile Usagée
<b>EMR</b>	Énergie(s) Marine(s) Renouvelable(s)
<b>EN</b>	Énergies Nouvelles
<b>EnR</b>	Énergie(s) Renouvelable(s)
<b>EnR&amp;R</b>	Énergie(s) Renouvelable(s) et de Récupération
<b>ENSAM</b>	École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers
<b>ES</b>	Électricité de Strasbourg
<b>ESANE</b>	Élaboration des Statistiques Annuelles d'Entreprises
<b>ESSOC</b>	État au Service d'une Société de Confiance
<b>ETBE</b>	Éther Éthyle Tertiobutyle ( <i>Ethyl Tert-Butyl Ether</i> an anglais)
<b>ETM</b>	Énergie Thermique des Mers
<b>ETP</b>	Équivalent Temps Plein
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation ( <i>Organisation pour l'alimentation et l'agriculture</i> en français)
<b>FC</b>	Fonds Chaleur
<b>FD</b>	Fonds Déchets
<b>FEDER</b>	Fonds Européen de Développement RÉgional
<b>FEE</b>	France Énergie Éolienne
<b>FEM</b>	France Énergies Marines
<b>FHE</b>	France Hydro Électricité
<b>FNCCR</b>	Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies
<b>FOB</b>	Free On Board
<b>FSFB</b>	Fonds Stratégique de la Forêt et du Bois
<b>FUI</b>	Fonds Unique Interministériel
<b>GDF</b>	Gaz De France
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>GICAN</b>	Groupement des Industries de Construction et Activités Navales
<b>GIS</b>	Groupement d'Intérêt Scientifique
<b>GMI</b>	Géothermie de Minime Importance
<b>GNV</b>	Gaz Naturel pour Véhicules
<b>GRDF</b>	Gaz Réseau Distribution France
<b>GRT</b>	Gestionnaire de Réseau de Transport
<b>GSB</b>	Grandes Surfaces de Bricolage
<b>GTOI</b>	Grands Travaux de l'Océan Indien
<b>H<sub>2</sub></b>	Hydrogène
<b>HACE</b>	Hydro Air Concept Énergie
<b>HFC</b>	Hydro Fluoro Carbuures
<b>HPP</b>	Hydro Power Plant
<b>HT</b>	Haute Température
<b>HT</b>	Hors Taxes
<b>HVO</b>	Hydrotreated Vegetable Oil
<b>IA</b>	Investissement d'Avenir
<b>IAA</b>	Industries Agro-Alimentaires

<b>ICPE</b>	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IFP</b>	Institut Français des Pétroles
<b>IFREMER</b>	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
<b>IFSTTAR</b>	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
<b>IGN</b>	Institut national de l'information géographique et forestière
<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
<b>IPC</b>	Indice de Prix à la Consommation
<b>IPME</b>	Initiatives Petites ou Moyennes Entreprises
<b>IPP</b>	Indice de Prix de Production
<b>ISDND</b>	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
<b>ITE</b>	Institut pour la Transition Énergétique
<b>ITOM</b>	Installations de Traitement des Ordures Ménagères
<b>ITRPV</b>	International Technology Roadmap for Photovoltaic
<b>JRC</b>	Joint Research Center
<b>JV</b>	Joint-Venture
<b>LCOE</b>	Levelized Cost of Energy ( <i>coût actualisé de l'énergie en français</i> )
<b>LEMA</b>	Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
<b>LHEEA</b>	Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique
<b>LOHC</b>	Liquid Organic Hydrogen Carriers
<b>LPEC</b>	Loi de Programmation quinquennale sur l'Énergie et le Climat
<b>LTECV</b>	Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte
<b>M&amp;E</b>	Marchés et Emplois
<b>MAAP</b>	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche
<b>MAPTAM</b>	Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles
<b>MDE</b>	Maîtrise De l'Énergie
<b>MEDDE</b>	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
<b>MEEDDM</b>	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
<b>MJ</b>	Méga Joule
<b>MTD</b>	Meilleures Techniques Disponibles
<b>MTE</b>	Ministère de la Transition Énergétique
<b>MVOW</b>	MHI Vestas Offshore Wind
<b>NAF</b>	Nomenclature d'Activités Françaises
<b>OA</b>	Obligation d'Achat
<b>Observ'ER</b>	Observatoire des Énergies Renouvelables
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
<b>OM</b>	Ordures Ménagères
<b>OPEX</b>	Operational Expenditure
<b>ORC</b>	Organic Rankine Cycle
<b>PàC</b>	Pile à Combustible
<b>PAC</b>	Pompe À Chaleur
<b>PACA</b>	Provence-Alpes-Côte D'azur
<b>PANEnR</b>	Plan d'Action National en faveur des Énergies Renouvelables
<b>PCAET</b>	Plan Climat Air Énergie Territorial
<b>PCI</b>	Pouvoir Calorifique Inférieur
<b>PEM</b>	Proton Exchange Membrane
<b>PER</b>	Permis Exclusif de Recherche
<b>PGL</b>	Provence Grand Large
<b>PHARES</b>	Programme d'Hybridation Avancée pour Renouveler l'Énergie dans les Systèmes insulaires
<b>PIA</b>	Plan d'Investissement d'Avenir
<b>PIIEC</b>	Projet Important d'Intérêt Européen Commun
<b>PME</b>	Petites et Moyennes Entreprises
<b>PPA</b>	Plan de Protection de l'Atmosphère
<b>PPE</b>	Programmation Pluriannuelle de l'Énergie
<b>PPI</b>	Programmation Pluriannuelle des Investissements
<b>PTZ</b>	Prêt à Taux Zéro
<b>PV</b>	PhotoVoltaire
<b>PwC</b>	PricewaterhouseCoopers
<b>R&amp;D</b>	Recherche et Développement
<b>RAC</b>	Réseau Action Climat
<b>RC</b>	Réseau de Chaleur
<b>RE</b>	Réglementation Énergétique
<b>RED</b>	Renewable Energy Directive
<b>REI</b>	Réseau Électrique Intelligent
<b>RF</b>	Réseau de Froid

<b>RFA</b>	Renewable Fuels Association
<b>RGE</b>	Reconnu Garant de l'Environnement
<b>RT</b>	Réglementation Thermique
<b>RTE</b>	Réseau de Transport d'Électricité
<b>SAF</b>	Société Auxiliaire de Financement
<b>SAGES</b>	Smart Autonomous Green Energy System
<b>SAIPOL</b>	Société Agro Industrielle de Patrimoine OLéagineux
<b>SDES</b>	Service de la Donnée et des Statistiques
<b>SEENEOH</b>	Site Expérimental Estuarien National pour l'Essai et l'Optimisation d'Hydroliennes
<b>SEI</b>	Système Électrique Intelligent
<b>SEM REV</b>	Site d'Expérimentation en Mer pour la Récupération de l'Énergie des Vagues
<b>SER</b>	Syndicat des Énergies Renouvelables
<b>SHEM</b>	Société Hydro-Électrique du Midi
<b>SILA</b>	Syndicat mixte de Lac d'Annecy
<b>SINOE</b>	Système d'Information et d'Observation de l'Environnement
<b>SNBC</b>	Stratégie Nationale Bas-Carbone
<b>SNCF</b>	Société Nationale des Chemins de Fer de France
<b>SNCU</b>	Syndicat National de Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine
<b>SNPAA</b>	Syndicat National des Producteurs d'Alcool Agricole
<b>SNPGB</b>	Syndicat National des Producteurs de Granulés de Bois
<b>SoCol</b>	Solaire Collectif
<b>SP</b>	Sans Plomb
<b>SRE</b>	Schéma Régional Éoliens
<b>SSC</b>	Système Solaire Combiné
<b>STEP</b>	Station de Transfert d'Énergie par Pompage
<b>STEP</b>	Station d'Épuration
<b>STEP</b>	Société du Taxi Électrique Parisien
<b>SuPerHydro</b>	Sûreté et Performance de l'Hydraulique
<b>SVDU</b>	Syndicat national du traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et assimilés
<b>SWAC</b>	Sea-Water Air Conditioning
<b>TE</b>	Transition Énergétique
<b>TEP</b>	Tonne Équivalent Pétrole
<b>TERRE</b>	Transition Énergétique, Renouvelables, Réseaux d'Énergie
<b>TETE</b>	Transition Écologique Territoires Emplois
<b>TFP</b>	Thermo-Frigo-Pompe
<b>TGAP</b>	Taxe Générale sur les Activités Polluantes
<b>TIC</b>	Technologie de l'Informatique et de la Communication
<b>TIRIB</b>	Taxe Incitative Relative à l'Incorporation de Biocarburants
<b>TIRU</b>	Traitement Industriel des Résidus Urbains
<b>TIRUERT</b>	Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Énergies Renouvelables dans les Transports
<b>TMB</b>	Traitement Mécano-Biologique
<b>TOM</b>	Territoire Outre-mer
<b>TP</b>	Travaux Publics
<b>TVA</b>	Taxe sur la Valeur Ajoutée
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>UFE</b>	Union Française de l'Électricité
<b>UFIP</b>	Union Française des Industries Pétrolières
<b>UIOM</b>	Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères
<b>UMGCCP</b>	Union des Métiers du Génie Climatique, de la Couverture et de la Plomberie
<b>UVE</b>	Unité de Valorisation Énergétique
<b>VE</b>	Valorisation Énergétique
<b>ZDE</b>	Zones de Développement Éolien
<b>ZNI</b>	Zone Non Interconnectée

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



## MARCHÉ ET EMPLOIS CONCOURANT À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DANS LE SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION

Depuis 2008, l'étude de l'ADEME « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique » observe plus d'une trentaine de filières réparties en trois principaux secteurs : Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) ; Transports terrestres sobres en énergie et peu émetteurs ; Bâtiment résidentiel.

Le secteur des EnR&R est découpé en 5 familles de filières :

- ❖ EnR électriques : hydroélectricité, éolien terrestre, photovoltaïque ;
- ❖ Chaleur renouvelable chez les particuliers : appareils de chauffage au bois, solaire thermique, Pompes à Chaleur (PAC) aérothermiques et Chauffe-Eaux Thermodynamiques (CET), géothermie de surface assistée par pompes à chaleur dans le secteur résidentiel (PAC géothermiques domestiques) ;
- ❖ Chaleur renouvelable collective : bois-énergie dans les secteurs collectif-tertiaire-industriel, réseaux de chaleur, Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM), géothermie (hors de surface assistée par PAC dans le secteur résidentiel) ;
- ❖ Biocarburants de la filière essence (bioéthanol et bioessence) et de la filière gazole (biodiesel et biogazole) ;
- ❖ Biogaz par méthanisation et issu des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND) ;
- ❖ Réseaux électriques intelligents (Smart Grids) ;
- ❖ Énergies marines renouvelables (EMR).

Pour chaque filière, l'étude suit les marchés (en M€) et les emplois directs (en ETP) qui y sont associés en France.

Chaque filière est décomposée en 5 grands segments : fabrication des équipements (y compris pour l'exportation), vente des équipements, construction des unités de production et installation des équipements, montage des projets et études préalables, vente domestique d'énergie et exploitation-maintenance des équipements et des installations.

Par ailleurs, une trajectoire d'évolution alignée aux objectifs des politiques publiques est estimée pour les marchés et les emplois à horizon 2023. Pour cela, on s'appuie sur les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Les marchés et les emplois correspondant à ces objectifs sont comparés aux tendances actuelles des différentes filières concernées à partir de l'estimation préliminaire 2021 calculée sur la base des premières données et informations disponibles (Observ'ER, SDES, fédérations professionnelles).

