



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Marchés & emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération

Situation 2016-2018  
Perspective 2019  
Objectifs 2023

Rapport final



FAITS & CHIFFRES

## REMERCIEMENTS

Béatrice AILLOUD (CNR), Denis BENITA (ADEME), Sébastien BILLEAU (ADEME), Benoit BOURGES (SDES), Michel CAIREY-REMONNAY (ADEME), Sandrine CARBALLE (ADEME), Thierry CARBONNEL (RENAULT TRUCKS), Astrid CARDONA MAESTRO (ADEME), Lilian CARPENÉ (ADEME), Régine CHEVALIER (DIRECCTE), Gilles CROIZE-POURCELET (DGRP), Laurène DAGALLIER (AMORCE), Bruno GAGNEPAIN (ADEME), Lilian GENEY (ADEME), Anne GEORGELIN (SER), Vincent GUÉNARD (ADEME), Hadrien HAINAUT (I4C), Pierre-Emmanuel JULIA (SER), Thérèse KREITZ (ADEME), Céline LARUELLE (ADEME), Céline MEHL (ADEME), Mathieu MONNIER (FEE), Jérôme MORVILLE (SER), Frédéric NAUROY (SDES), Ludivine OLIVE (EDF), Guillaume PERRIN (FNCCR), Florence PROHARAM (ADEME), François RAGEAU (SDES), Élodie RICAUD (SDES), Youenn ROUGETET (UFE), Céline SABATIER-FORNE (GART), Marie SAUZE (ADEME), Virginie SCHMIDLÉ (AFPG), Jérémy SIMON (SER), Pierre TAILLANT (ADEME), Pierre TERCINIER (NOR-SYS), Simon THOUIN (ADEME), Julien THUAL (ADEME), Nelly TRAN (QUALIT EnR), Yann TRÉMÉAC (ADEME), Frédéric TUILLÉ (Observ'ER), Amandine VOLARD (ADEME), Pierre-Edouard VOUILLAMOZ (ADEME), Valérie WEBER-HADDAD (ADEME)

## CITATION DE CE RAPPORT

**ADEME, IN NUMERI. 2020.** Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération, Situation 2016-2018, Perspective 2019, Objectifs 2023. 174 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne : [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)

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

20 Avenue du Grésillé  
BP 90406, 49004 Angers - Cedex 01

**Numéro de contrat :** 19MAR000869

### Étude réalisée par IN NUMERI :

Laurence HAEUSLER, Saghar SAÏDI, Alexandre FERNANDES,  
Noé MAMA OKENE, Juliette TALPIN

**Coordination technique ADEME :** Thomas GAUDIN

**Direction/Service :** Exécutive Perspective et Recherche/ES



---

# RESUME

---

Depuis 2008, l'étude « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique et écologique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération » est réalisée annuellement par l'ADEME. Elle étudie plus d'une trentaine de filières réparties en trois domaines principaux : le bâtiment, les transports, et les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). Pour chaque filière, l'étude a pour objectif de suivre le niveau des marchés, ainsi que des emplois directs qui y sont associés sur le territoire national (métropole et DOM).

Le présent rapport est ainsi consacré aux EnR&R. Il concerne les 15 filières suivantes :

- Les filières de production d'électricité : éolien, hydroélectricité, photovoltaïque ;
- Les filières de chaleur pour les particuliers : appareil de chauffage au bois, Pompes À Chaleur (PAC) domestiques et Chauffe-eaux Thermodynamiques (CET), solaire thermique ;
- Les filières de chaleur collective : bois collectif, réseaux de chaleur, géothermie, valorisation énergétique des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) dans les Unités d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) ;
- Les biocarburants : biocarburants de la filière essence (bioéthanol et bioessence), biocarburants de la filière gazole (biodiesel et biogazole) ;
- Le biogaz ;
- Les réseaux électriques intelligents (Smart grids) ;
- Les Énergies Marines Renouvelables (EMR).

Ces filières font séparément l'objet d'une fiche, dont l'objectif est de mesurer le niveau d'activité généré sur le territoire national par le développement des énergies renouvelables et de récupération. Chaque filière est décomposée en cinq grands segments : la fabrication des équipements (y compris ceux destinés à l'exportation) ; la distribution et la vente des équipements ; la construction des infrastructures et l'installation des équipements ; le montage des projets et les études préalables ; la vente domestique d'énergie et l'exploitation-maintenance des équipements et des installations.

Dans ce rapport, ces filières sont présentées selon leur part de marché dans l'ensemble du secteur des EnR&R en 2018 (ordre décroissant).

Par ailleurs, une trajectoire de croissance des marchés et des emplois alignée aux objectifs des politiques publiques est également indiquée pour chaque marché identifié à horizon 2023. Pour la production des EnR&R, on s'appuie sur les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE<sup>1</sup>). Cette trajectoire est comparée à la perspective 2019, perspective estimée sur la base des premières données et informations disponibles et des opinions des professionnels de filière. À noter que la tendance 2020, initialement prévue dans cette étude, n'est pas estimée compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle.

---

<sup>1</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

---

# TABLE DES MATIERES

---

Énergies renouvelables et de récupération .....	6
1. Éolien terrestre .....	19
2. Photovoltaïque .....	31
3. Hydroélectricité .....	41
4. Bois domestique .....	52
5. Biocarburants de la filière gazole .....	61
6. Pompes à chaleur domestiques et chauffe-eaux thermodynamiques.....	71
7. Bois-énergie : Secteur collectif, industriel et tertiaire .....	82
8. Biocarburants de la filière essence .....	92
9. Biogaz .....	101
10. Géothermie .....	109
11. Réseaux de chaleur .....	122
12. Solaire thermique (Métropole et DOM) .....	130
13. Valorisation énergétique des DMA par incinération .....	139
14. Réseaux électriques intelligents .....	148
15. Energies marines renouvelables .....	158

---

# SYN- THÈSE

# Énergies renou- velables et de récupération



## Points clés

### Rebond du marché et des emplois

Le marché des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) renoue avec la croissance en 2017 et 2018, après une période stable de 2011 à 2016. Le chiffre d'affaires du secteur progresse de 14,9 % entre 2016 et 2018, pour atteindre plus de 27 Mds€, un niveau inédit.

Fait notable, les investissements dans les EnR&R repartent aussi à la hausse en passant de 7,5 à 8,6 Mds€ entre 2016 et 2017 (+14 %), puis à 8,8 Mds€ en 2018 (+2 %). Les 2/3 des investissements de 2017 et 2018 concernent l'éolien, les Pompes À Chaleur (PAC) et les appareils domestiques de chauffage au bois. L'export se hisse au niveau inédit de 2,1 Mds€ (+23 % par rapport à 2016).

### Tendances observées 2016-2018

Investissements domestiques →

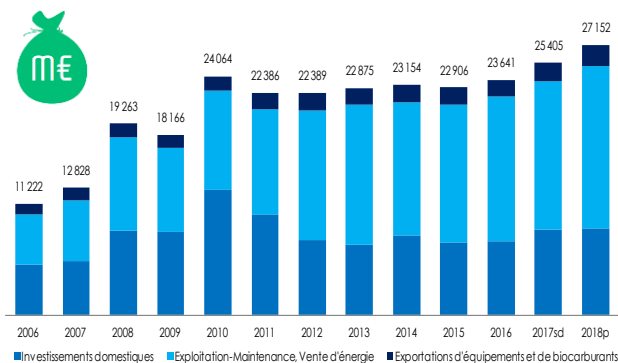
Marché total (M€) →

Total des emplois (ETP) →

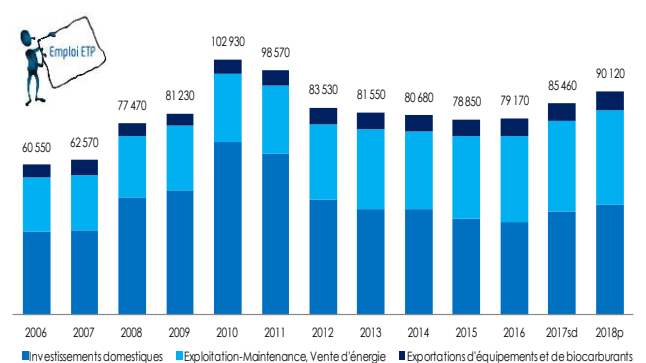
Balance commerciale (M€) ↘

En 2018, les filières EnR&R emploient 90 120 ETP, soit +14 % par rapport à 2016. Près d'un ETP sur quatre concerne la filière des PAC domestiques.

Marchés liés au secteur des énergies renouvelables et de récupération



Emplois associés au secteur des énergies renouvelables et de récupération



## 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 du charbon d'ici 2022 ;
- Réduction de notre dépendance au nucléaire pour descendre à 50 % du mix électrique en 2035 ;
- Installation obligatoire de panneaux photovoltaïques sur les nouveaux entrepôts et bâtiments commerciaux.

Par ailleurs, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE ; Décret n° 2020-456 du 21 avril 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 de 2015). La PPE prévoit notamment :

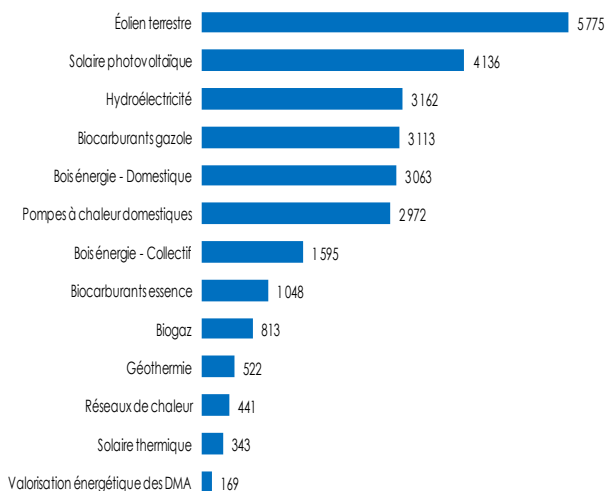
- La baisse de 7,6 % de la consommation finale d'énergie en 2023 et de 16,5 % en 2028 par rapport à 2012 ;
- La réduction de 14 % en 2023 et de 30 % en 2028 des émissions de gaz à effet de serre issus de la production d'énergie par rapport à 2016 (322 MtCO<sub>2</sub>) ;
- L'augmentation de 25 % en 2023 et de 40 à 60 % en 2028 de la consommation de chaleur renouvelable de 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).

## Un marché en croissance tiré par les EnR électriques et près de la moitié des emplois locaux liés à l'exploitation du parc des installations EnR en fonctionnement

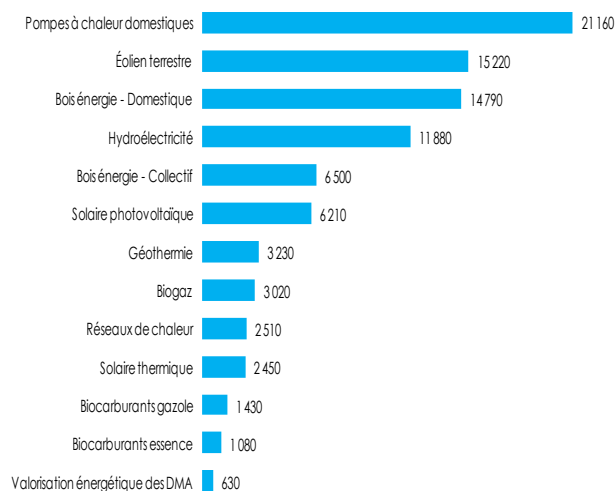
En 2018, les principales EnR électriques, que sont l'éolien, le photovoltaïque et l'hydroélectrique, réalisent une nouvelle fois les plus importants chiffres d'affaires de toutes les EnR&R. L'éolien est désormais en tête du classement avec un marché de 5,8 Mds€ (+20 % par rapport à 2016), devant le photovoltaïque qui totalise 4,1 Mds€ (+14 %) et l'hydroélectricité (3,2 Mds€, -3 %). Toutefois, le bois-énergie domestique et collectif totalise 4,6 Mds€ en 2018 (+3 % depuis 2016), ce qui le place au second rang de toutes les EnR&R. Parmi les EnR thermiques, les PAC domestiques et la géothermie collective totalisent aussi un fort chiffre d'affaires à 3,5 Mds€ (+29 %). Les biocarburants de la filière gazole figurent aussi parmi les marchés dépassant les 3 Mds€ en 2018.

Concernant les emplois, les EnR thermiques sont plus intenses en emplois. L'effectif employé en 2018 dans les filières des PAC domestiques et de la géothermie collective atteint 24 400 ETP (+30 % par rapport à 2016). Cela représente 27 % de l'ensemble des emplois dans les EnR&R. Le bois-énergie domestique et collectif emploie quant à lui 21 290 ETP en 2018 (stable par rapport à 2016), soit 24 % du total des EnR&R. Les filières des EnR électriques affichent des effectifs moindres, mais toutefois en augmentation : 15 220 ETP en éolien (+15 % par rapport à 2016), 11 880 ETP en hydroélectricité (+2 %) et 6 210 ETP en photovoltaïque (+35 %). Les filières thermiques présentent des taux [Emplois/Marchés] plus élevés que les filières électriques.

Marché total lié au secteur des énergies renouvelables et de récupération en 2018 (M€)



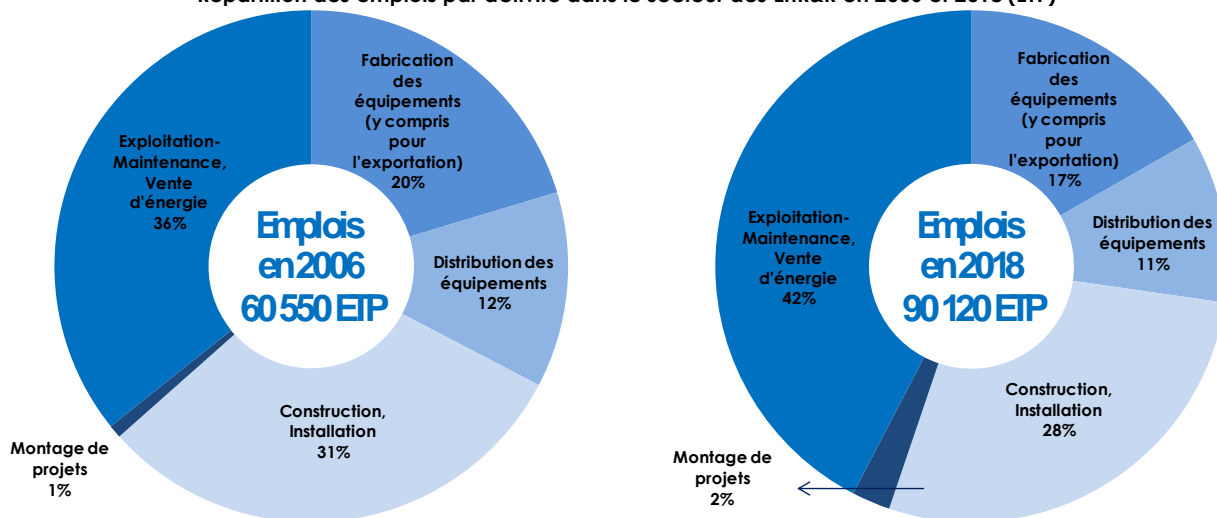
Emplois associés au secteur des énergies renouvelables et de récupération en 2018 (ETP)



En 2018, 42 % des emplois du secteur des EnR&R se situent dans la vente domestique d'énergie et l'exploitation- maintenance des équipements (38 180 ETP). Viennent ensuite la construction des infrastructures et l'installation des équipements (25 180 ETP, 28 %). Les emplois dans la fabrication des équipements pour le marché domestique et les exportations s'élèvent

à 15 090 ETP (17 %), ceux dans la vente et la distribution des équipements à 9 480 ETP (11 %) et ceux liés au montage de projets à 2 190 ETP (2 %).

Répartition des emplois par activité dans le secteur des EnR&R en 2006 et 2018 (ETP)



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

Les marchés étudiés dans cette partie concernent les investissements pour le développement des énergies renouvelables, ainsi que les ventes d'énergie renouvelable.

À ces marchés sont associés des emplois **directs**, mesurés en Équivalent Temps Plein (ETP). Sauf cas particuliers (cellules photovoltaïques, mâts d'aérogénérateurs), ils n'incluent pas 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'électricité marchande).

La totalité des filières de production d'énergies renouvelables, thermiques et électriques, sont couvertes. En outre, les secteurs des Systèmes Électriques Intelligents (SEI) et des réseaux de chaleur sont également suivis. L'éolien en mer ne fait pas l'objet d'un chiffrage exhaustif du marché et des ETP liés. La filière est traitée dans la fiche consacrée aux Énergies Marines Renouvelables (EMR). Les marchés liés à ces dernières et aux SEI, bien que donnant lieu à des fiches spécifiques, ne font pas non plus l'objet de chiffrements exhaustifs, car encore au stade de développement préindustriel. Ainsi, ils ne sont pas intégrés dans les tableaux 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, d'appareils individuels de chauffage au bois et de solaire thermique. Ces marchés sont généralement décomposés en valeur des équipements (aux prix producteurs 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 (ce qui n'est pas le cas de l'éolien).

Les marchés liés aux ventes d'EnR&R couvrent la valeur des ventes, y compris le bois et ses dérivés lorsqu'ils sont commercialisés et ne sont pas utilisés pour la production d'électricité ou de chaleur vendue (autrement dit, lorsqu'ils sont utilisés pour de l'autoconsommation). Ces marchés et leurs emplois associés prennent notamment compte l'exploitation et la maintenance des unités de production et des équipements.

## Évolution par sous-secteurs

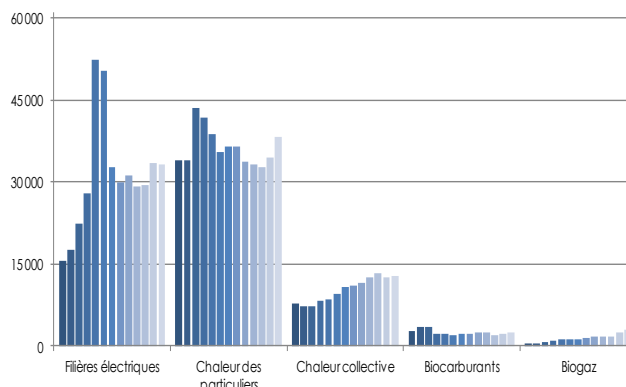
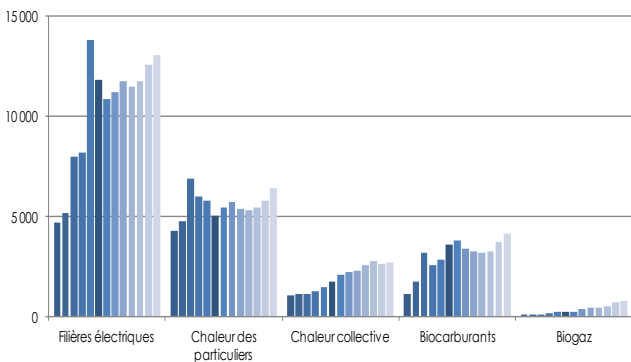
Pour faciliter l'analyse de l'évolution du marché et des emplois, les différentes filières EnR&R sont réparties en 5 sous-secteurs : EnR électriques (éolien, hydroélectricité et photovoltaïque), chaleur pour les particuliers (bois domestique, PAC domestiques et Chauffe-Eau Thermodynamiques CET, solaire thermique), chaleur collective (bois collectif, réseaux de chaleur, Unité d'Incinération des Ordures Ménagères UIOM, géothermie collective), biocarburants (incorporés dans le gazole et dans l'essence), et biogaz. Après plusieurs années moins porteuses, la plupart des sous-secteurs, hormis celui des EnR&R thermiques collectives, connaissent une forte hausse de leurs marchés et de leurs effectifs entre 2016 et 2018.

Évolution du marché des EnR&R par sous-secteur de 2006 à 2018 (M€)

Évolution des emplois dans les EnR&R par sous-secteur de 2006 à 2018 (ETP)

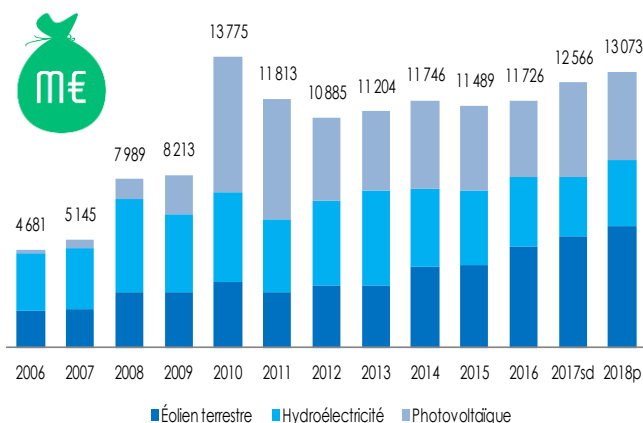


Marché en M€



## EnR électriques : le choc de 2011 en passe d'être effacé

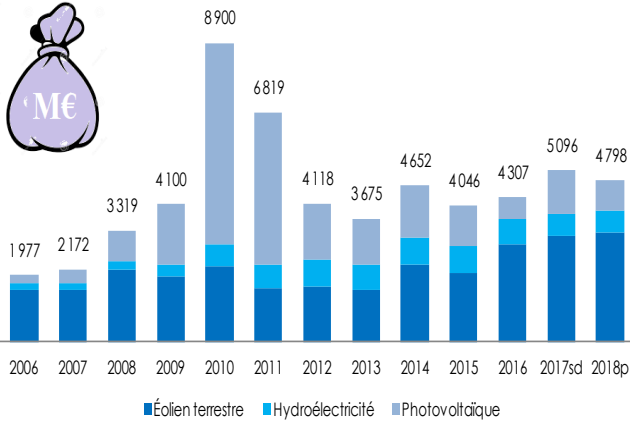
Marché total lié aux EnR électriques



Le marché des 3 grandes filières EnR électriques, que sont l'éolien, l'hydroélectricité et le photovoltaïque, progresse d'année en année et se rapproche de son niveau historique de 2010 (13,8 Mds€). L'instauration, cette année-là, des schémas régionaux éoliens, de la règle des 5 mats et de la distance minimale de 500 m, ainsi que le moratoire sur les installations photovoltaïques de 2011, avaient provoqué une forte baisse du marché global, tombé à 10,9 Mds€ en 2012 (-21 % par rapport à 2010). Après plusieurs années de hausses consécutives, ces trois filières retrouvent en 2018 un marché cumulé de 13,1 Mds€ (+4 % par rapport à 2017). Ce quasi retour au niveau de 2010 s'explique surtout par la hausse de la vente de l'électricité issue des trois filières, passée logiquement de 4,9 Mds€ en 2010 à 8,3 Mds€ en 2018 avec la progression du parc installé.

Entre 2010 et 2018, les investissements (y compris pour les exportations) chutent. Alors que 8,9 Mds sont dépensés en 2010 par les trois filières réunies, elles n'attirent en moyenne que 4,2 Mds€/an d'investissements entre 2012 et 2016. En 2017, une légère reprise est constatée avec 5,1 Mds€ dépensés. Mais 2018 signe un nouveau repli des investissements à 4,8 Mds€ (-6 %). Toutefois, les contextes de chacune des trois filières sont bien différents.

Investissements totaux liés aux EnR électriques

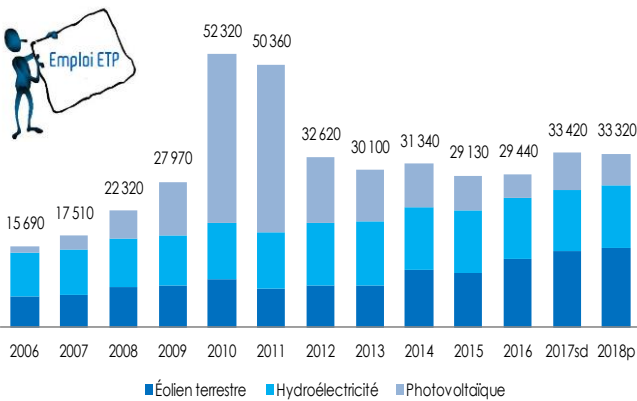


Les investissements dans l'éolien, qui étaient tombés à leur plus bas niveau historique en 2013 (1,5 Mds€), progressent depuis 2014, grâce à la suppression de la règle des 5 mats et des zones de développement éolien, pour atteindre 3,1 Mds€ en 2017 et 3,3 Mds€ en 2018.

En ce qui concerne la filière photovoltaïque, ses investissements se situent désormais bien en-dessous des niveaux exceptionnels de 2010 (6 Mds€) et 2011 (4,5 Mds€). La bonne performance de 2017, avec 1,3 Mds€ investis (+89 % par rapport à 2016), s'explique par une hausse des constructions issues des appels d'offres pour les grandes installations. L'année 2018 marque à nouveau un repli avec 0,9 Mds€ dépensés (-29 %), en raison notamment de la baisse des installations de centrales au sol.

Du fait de sa maturité, le marché de l'hydroélectricité suscite des montants d'investissements annuels nettement plus faibles que l'éolien et le photovoltaïque, et surtout axés sur la rénovation. Entre 2016 et 2018, les dépenses annuelles se situent autour de 0,7 Mds€ en moyenne, contre 0,8 Mds€ sur la période 2012-2015. La vente d'électricité, étroitement liée aux conditions climatiques, constitue l'essentiel du CA de la filière. Entre 2018, elle progresse de 19 %, passant de 2,1 Mds€ en 2017 à 2,5 Mds€ en 2018.

#### Emplois totaux associés aux EnR électriques



En 2018, l'ensemble des trois grandes filières d'EnR électriques emploie 33 320 ETP, un effectif stable par rapport à 2017, mais en progression de 13 % par rapport à 2016.

L'éolien conforte sa position de premier employeur parmi les EnR électriques avec 15 220 ETP (+4 % par rapport à 2017). Le nombre d'emplois de la filière double depuis 2011. Les effectifs travaillant dans l'hydroélectricité sont quant à eux en très légère hausse : 11 880 ETP en 2018 (+2 % par rapport à 2017 et +12 % par rapport à 2011). Les emplois dans le photovoltaïque se situent à 6 210 ETP en 2018, en baisse de 13 % par rapport à 2017, année marquée par une embellie. Depuis 2011, les emplois dans la filière sont divisés par plus de 5.

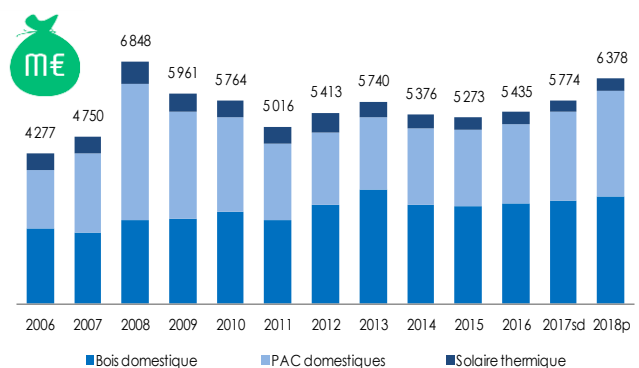
## Chaleur pour les particuliers : rebond de l'activité et des emplois

Le marché de la chaleur renouvelable destinée aux particuliers, comprenant les appareils de chauffage au bois, les PAC et CET domestiques, ainsi que le solaire thermique<sup>2</sup>, est en nette progression depuis 2016, passant de 5,4 Mds€ en 2018 (+17 %).

La bonne tenue du marché des PAC et CET explique en grande partie ce résultat (3 Mds€ en 2018, soit +31 % par rapport à 2016), de même que la hausse du marché du bois domestique (3,1 Mds€, +8 %). Le solaire thermique voit quant à lui son CA repartir à la hausse (343 M€, +2 % par rapport à 2016), alors qu'il était en baisse constante depuis 2012.

En ce qui concerne les investissements dans les appareils (y compris pour les exportations), ils atteignent 3,8 Mds€ en 2018, en hausse de 25 % par rapport à 2016.

#### Marché total lié à la chaleur des particuliers



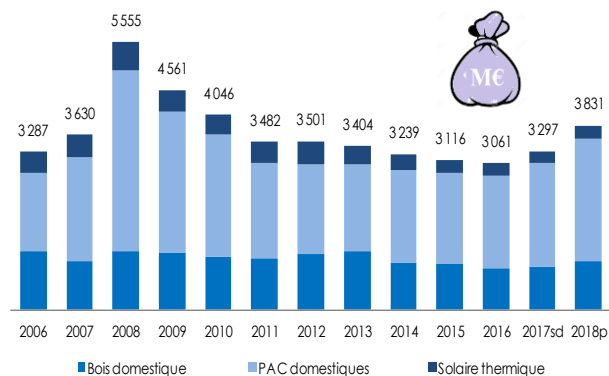
#### Investissements liés à la chaleur des particuliers

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

Les trois énergies progressent, mais la dynamique provient surtout des ventes de PAC et CET (2,6 Mds€, +32 % par rapport à 2016), en hausse depuis 2013 grâce notamment à la baisse des prix moyens. Les différents segments de marché évoluent différemment : les ventes de PAC géothermiques restent quasi stables (3 080 unités en 2018), les ventes de PAC aérothermiques et de CET progressent respectivement de 32 % par rapport à 2016 (203 540 unités) et 29 % (104 000 unités).

Concernant les appareils de chauffage au bois, après une diminution des ventes jusqu'en 2016 (346 070 appareils) suite à la chute du prix du baril de pétrole et à la succession d'hivers doux, ces dernières augmentent de 11 % en 2017 (384 610 appareils), avant de rebaisser légèrement de 1 % en 2018 (378 980 appareils).

Quant aux surfaces installées en solaire thermique (en Métropole et dans les DOM), elles augmentent de 30 % par rapport à 2016 (avec 138 134 m<sup>2</sup>) grâce à la dynamique du secteur individuel (+49 %), alors que le secteur collectif est en recul de 18 % entre 2016 et 2018.

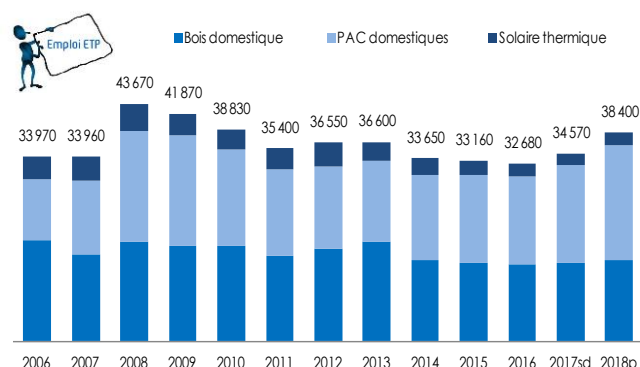


Les filières de la chaleur renouvelable pour les particuliers totalisent 38 400 emplois en 2018, en progression de 17 % par rapport à 2016 qui, avec 32 680 ETP, constitue le niveau le plus faible observé depuis 2006.

Le secteur des PAC domestiques et CET est le plus gros employeur parmi toutes les énergies renouvelables avec 23 % du total et aussi le plus dynamique (21 160 ETP en 2018, +32 % par rapport à 2016).

Le secteur du bois domestique est aussi un employeur majeur puisqu'il regroupe 16 % de l'ensemble des emplois des ENR en 2018. Cette même année, ce secteur totalise 14 790 ETP, en progression de 4 % par rapport à 2016.

### Emplois totaux associés à la chaleur des particuliers

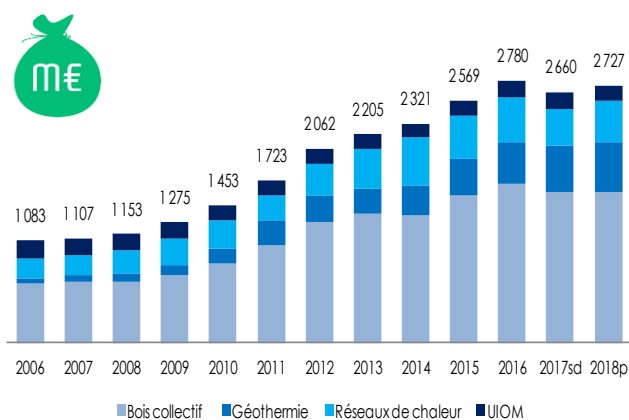


## Chaleur collective : investissements géothermiques en hausse

Entre 2009 et 2016, le marché de la chaleur collective fait plus que doubler 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 2016, les marchés du bois collectif, des réseaux de chaleur, de la valorisation énergétique des UIOM et de la géothermie collective atteignent 2,8 Mds€, contre 1,3 Mds€ en 2009<sup>3</sup>.

### Marché associé à la chaleur collective

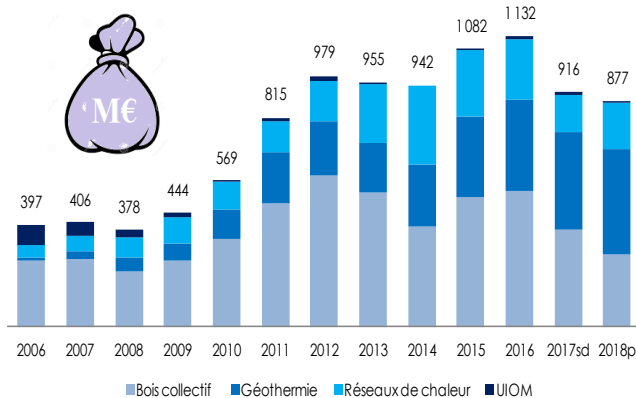


Après une légère baisse en 2017, ce marché retrouve en 2018 un niveau quasi identique qu'en 2016. La valeur du marché global est la somme du chiffre d'affaires lié aux investissements (exportations comprises) et de celui de la vente d'énergie (chaleur et électricité) sur le marché de la chaleur collective. Logiquement, cette dernière est en constante augmentation du fait de la croissance du parc.

En 2018, la vente d'énergie renouvelable des chaufferies collectives atteint 1,8 Mds€, contre 1,6 en 2016 (+12 %). Plus de 70 % de la vente d'énergie provient des chaufferies collectives au bois.

### Investissements associés à la chaleur collective

<sup>3</sup> Le solaire collectif est comptabilisé avec le solaire individuel dans le sous-secteur chaleur domestique.

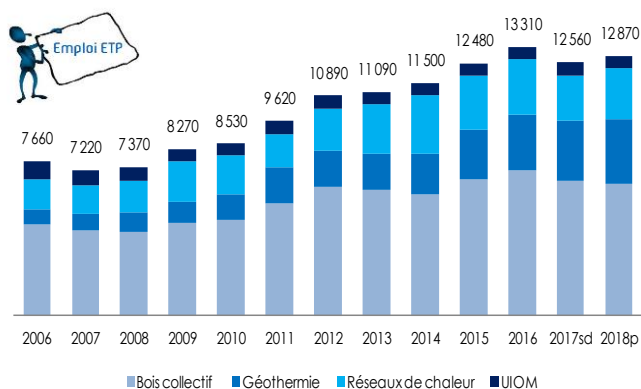


la suite. En 2018, les 282 M€ investis dépassent le niveau d'investissements de 2009 (256 M€), année de création du dispositif de soutien. Entre 2016 et 2018, la baisse atteint 46 %.

Le bilan des investissements dans les réseaux de chaleur est globalement similaire. Cependant, après la baisse observée entre 2016 et 2017 (-39 %), un rebond est intervenu en 2018 : 181 M€ sont investis, contre 146 M€ en 2017 (+24 %).

La géothermie collective tire davantage son épingle du jeu puisque les investissements dans cette énergie ne cessent de progresser depuis 2009. Ils passent de 356 M€ en 2016 à 382 M€ en 2017 et 411 M€ en 2018 (+16 % entre 2016 et 2018).

#### Emplois associés à la chaleur collective



Le bilan est nettement plus contrasté en ce qui concerne les investissements (y compris pour les exportations) dans les chaufferies collectives utilisant des EnR&R. Certes, ils progressent entre 2009 et 2016, passant de 444 M€ à 1 132 M€, malgré un « trou d'air » en 2013 et 2014. Mais depuis 2016, ces investissements sont en repli et se limitent à 916 M€ en 2017 (-19 % par rapport à l'année précédente), puis à 877 M€ en 2018 (-4 %).

Ce sont les investissements dans les chaufferies collectives au bois qui marquent le plus le pas, en raison du faible niveau du prix du gaz ces dernières années. Grâce aux soutiens du Fonds Chaleur, des montants élevés d'investissements d'en moyenne 531 M€ et 516 M€ par an sont observés en 2011-2013 et 2015-2016, pour à nouveau baisser par

Du côté des emplois, l'effectif global exerçant dans le secteur de la chaleur renouvelable collective est de 12 870 ETP en 2018, en hausse de 2 % par rapport à 2017, mais en baisse de 3 % par rapport à 2016. Si on le compare à celui de 2009, cet effectif est en hausse de 56 %. Concernant le bois dans le collectif, la tendance est à la baisse depuis 2016 et ses 7 160 ETP qui constituent un record pour cette filière. En 2018, 6 500 ETP travaillent dans le bois collectif, en baisse de 9 % par rapport à 2016. Dans les réseaux de chaleur, l'emploi diminue aussi de 8 % entre 2016 (2 710 ETP) et 2018 (2 510 ETP). Les emplois dans la géothermie collective sont quant à eux en constante progression depuis 2006. Ils atteignent 3 230 ETP en 2018, en hausse de 16 % par rapport à 2016.

## Dynamisme du marché des biocarburants gazole

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

En baisse régulière de 2012 à 2015, le marché des biocarburants repart à la hausse par la suite. De 3,2 Mds€ en 2016, il passe à 3,7 Mds€ en 2017 (+15 %) et 4,2 Mds€ en 2018 (+29 % entre 2016 et 2018).

Les biocarburants de la filière gazole constituent le marché le plus important et le plus dynamique : leur CA passe de 2,4 Mds€ en 2016 à 3,1 Mds€ en 2018 (+28 %). Cette hausse s'explique surtout par la progression des importations : 1,2 Mds€ en 2018, contre 0,9 Mds€ en 2016 (+33 %), alors que le montant annuel moyen était de 0,4 Mds€ sur la période de 2010 à 2015. En revanche, la valeur des biocarburants de la filière gazole produits en France pour le marché intérieur augmente de seulement 2 % entre 2016 et 2018. Dans le même temps, le taux d'incorporation de ces biocarburants dans le gazole évolue très légèrement de 7,70 à 7,76 %, les volumes consommés progressent de 6 % et les prix de 7 %. Quant aux exportations de biocarburants gazole, qui se limitaient encore à 71 M€ en 2014, elles progressent régulièrement et atteignent 501 M€ en 2018.

Le marché des biocarburants de la filière essence connaît aussi un net rebond depuis 2016. La production française pour le marché intérieur progresse de 264 M€ en 2016 à 421 M€ en 2018 (+59 %), alors que les importations passent de 241 M€ à

#### Marché associé aux biocarburants

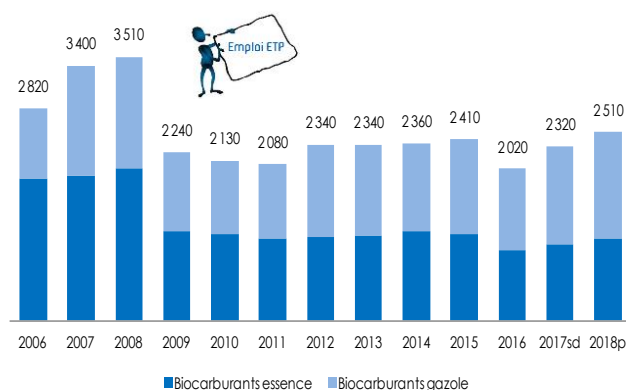


326 M€ (+35 %). En 2018, le taux d'incorporation de ces biocarburants dans l'essence est de 7,82 %, contre 6,99 % en 2016. Dans un contexte de surcapacité de production en Europe, les prix des biocarburants essence fluctuent fortement. Après avoir connu une baisse continue de 2012 à 2016, les prix repartent à la hausse en 2017 et 2018 (+11 % entre 2016 et 2018). Les volumes consommés augmentent quant à eux de 24 % sur la période (la baisse des ventes du SP95 est compensée par celles du SP95-E10 et du SP98). Les exportations se maintiennent quant à elles à leur plus bas niveau depuis 10 ans, autour de 330 M€ en moyenne.

Quant aux investissements domestiques, ils sont pratiquement à l'arrêt dans le secteur des biocarburants depuis 2009. Seul le biodiésel est concerné, avec la conversion du site Total de La Mède en site de production de biodiésel d'huiles végétales hydrotraitées. Ces investissements se limitent à 38 M€ par an en 2017 et 2018.

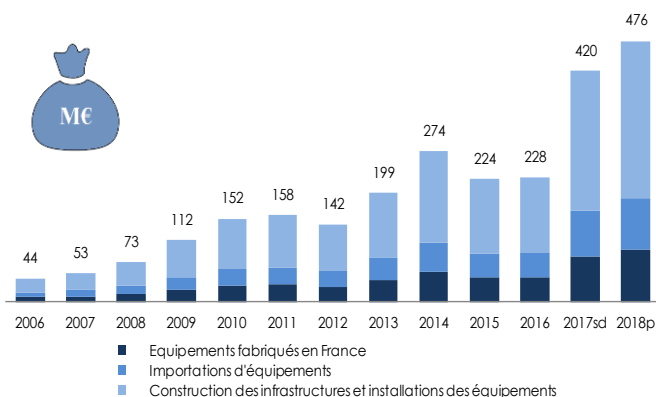
Après une baisse brutale des effectifs en 2016 pour atteindre un niveau historiquement bas de 2 020 ETP, l'emploi dans les biocarburants repart à la hausse en 2017 (2 320 ETP, +15 %), tendance qui se poursuit en 2018 (2 510 ETP, +8 %). La progression est la plus marquée dans la filière des biocarburants gazole, filière pour laquelle les effectifs passent de 1 080 en 2016 à 1 430 ETP en 2018 (+33 %). Elle s'explique par la légère reprise de l'emploi dans la construction et la distribution d'équipements pour les nouvelles installations : +180 ETP en moyenne en 2017 et 2018, une croissance inédite depuis 2008. Les emplois associés aux exportations de biodiesel et biogazole progressent aussi, alors que ceux dans la vente domestique de biocarburants sont en léger repli. La filière des biocarburants essence voit ses effectifs augmenter de 15 %, passant de 940 ETP en 2016 à 1 080 ETP en 2018. Cette légère croissance concerne uniquement la vente de biocarburants sur le marché intérieur et à l'export.

#### Emplois associés aux biocarburants



## Biogaz : doublement des investissements entre 2016 et 2018

#### Investissements totaux liés au biogaz

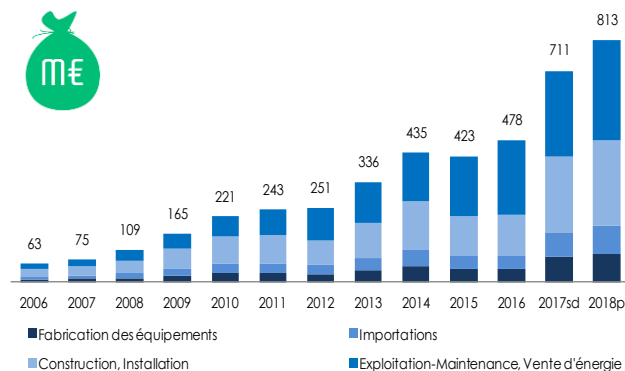


proportion : construction des infrastructures et installations des équipements, importations d'équipements, ainsi que fabrication française des équipements.

Les effectifs employés dans la filière du biogaz progressent aussi de façon inédite. Les 1 730 ETP de 2016 augmentent de 75 % pour atteindre 3 020 ETP en 2018. Sur la période, les emplois consacrés à la fabrication des équipements progressent de 210 ETP (+108 %). Les emplois liés à la construction d'infrastructures et à l'installation d'équipements gagnent 950 ETP (+106 %) et ceux correspondant à la vente domestique d'énergie et à l'exploitation-maintenance 130 ETP (+20 %).

Sous l'effet des revalorisations des tarifs d'achat de l'électricité issue du biogaz et de la forte dynamique de construction des installations d'injection, le marché du biogaz progresse très fortement entre 2016 et 2017, passant de 478 M€ en 2016 à 711 M€ en 2017 (+49 %) et 813 M€ en 2018 (+14 %). Le montant lié aux activités de vente domestique d'énergie, d'exploitation et de maintenance est logiquement en hausse (338 M€ en 2018, contre 251 M€ en 2016, +35 %). Mais l'événement remarquable de cette période tient principalement à l'exceptionnelle augmentation des investissements dans de nouveaux équipements. Ces investissements totalisent 476 M€ en 2018, contre 228 M€ en 2016 (+109 %). Tous les types d'investissement progressent dans la même proportion :

Marché total lié au biogaz



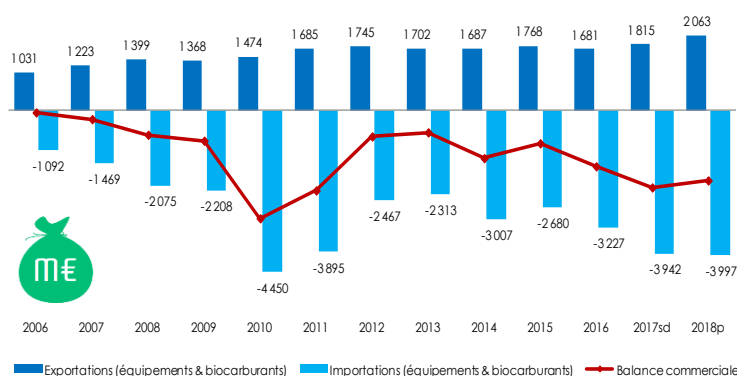
Emplois totaux associés au biogaz



## Amélioration de la balance commerciale

La balance commerciale française des énergies renouvelables et de récupération continue à se creuser, malgré une très légère amélioration en 2018. De -912 M€ en 2015, le déficit atteint -1 546 M€ en 2016, -2 127 M€ en 2017, et -1 925 M€ en 2018 (+112 % entre 2015 et 2018). On note tout de même une augmentation des exportations de 23 %. Cette hausse concerne essentiellement les biocarburants gazole (valeur des exportations de biodiesel multipliée par 3), la géothermie (+40 %) et les pompes à chaleur (+27 %).

Commerce extérieur dans le secteur des EnR&amp;R



La filière éolienne terrestre est celle qui creuse le plus son déficit commercial : de -16 M€ en 2015, il atteint -560 M€ en 2018, sous l'effet du doublement des importations d'équipements.

La balance commerciale des biocarburants de la filière gazole se dégrade pour la même raison : elle passe de -430 M€ en 2015 à -650 M€ en 2018. Celle des biocarburants de la filière essence se dégrade depuis 2013 (329 M€) : bénéficiaire jusqu'en 2017 (30 M€), elle devient déficitaire en 2018 (-25 M€).

Le photovoltaïque réduit son déficit entre 2015 (-485 M€) et 2018 (-370 M€).

Certaines filières maintiennent depuis de nombreuses années une balance commerciale bénéficiaire. C'est le cas de l'hydroélectricité (20 à 90 M€/an) et du solaire thermique (20 à 60 M€/an).

Afin d'évaluer l'impact net du développement des énergies renouvelables et de récupération sur la balance commerciale, il serait intéressant d'évaluer le coût évité lié à l'importation d'énergies fossiles auxquelles ces EnR&R se substituent.

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019<sup>4</sup>

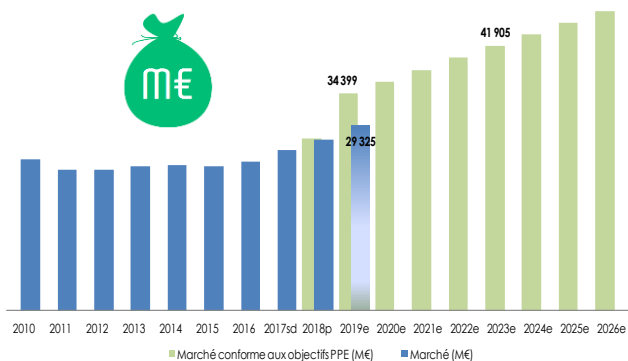
Les objectifs de développement des énergies renouvelables et de récupération fixés par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) à horizon 2023 et 2028 sont :

- 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>5</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 ;
- Consommation primaire de biogaz : 14 TWh en 2023 (dont 6 TWh en injection) ; de 24 TWh (dont 14 TWh en injection - scénario bas) à 32 TWh (dont 22 TWh en injection - scénario haut) en 2028 ;
- Production d'énergie des UIOM : 15 à 18 TWh de chaleur et 2,3 TWh d'électricité en 2028 ;
- Taux d'incorporation des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération : maximum 7 % de l'énergie contenu dans les carburants.

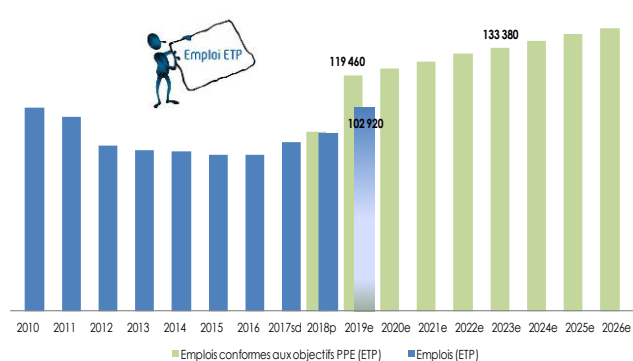
<sup>4</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

<sup>5</sup> Pour la filière solaire thermique, les objectifs de la PPE concernent essentiellement la France métropolitaine. À ces objectifs, on ajoute par la suite ceux des DOM.

### Marchés liés au secteur des énergies renouvelables et de récupération



### Emplois associés au secteur des énergies renouvelables et de récupération



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé

Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur les objectifs moyens 2028, et en supposant des investissements linéaires entre 2019 et 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023), le marché total liés au développement des EnR&R est estimé à 34,4 Mds€ en 2019 et 41,9 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements (exportations comprises) s'élèveraient à 17,1 Mds€ et l'exploitation-maintenance à 24,8 Mds€. Les emplois atteindraient 133 380 ETP en 2023 : 81 860 ETP liés aux investissements et 51 540 ETP liés à l'exploitation et la maintenance de l'ensemble des parcs de production.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés aux tendances actuelles des différentes filières, représentées par la prévision 2019. Cette tendance est inférieure à la trajectoire PPE : 29,3 Mds€ et 102 920 ETP pour la tendance, 34,4 Mds€ et 119 460 ETP pour la trajectoire PPE. Ce qui représente un écart de 17 % pour le marché et de 16 % pour les emplois.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

## Énergies renouvelables électriques

Selon le Panorama de l'électricité renouvelable, le parc des unités de production d'électricité renouvelable en France métropolitaine s'élève à 53 609 MW fin 2019, dont 2 347 MW de capacités supplémentaires raccordés sur l'année 2019.

Cette même année, le volume des projets en développement augmente de 3 367 MW pour atteindre 20 381 MW, dont 9 642 MW d'installations éoliennes terrestres, 3 036 MW d'installations éoliennes en mer, 6 667 MW d'installations solaires, 81 4 MW d'installations hydroélectriques, et 222 MW d'installations de bioénergies.

## Chaleur renouvelable

**Biomasse énergie :** En 2019, la biomasse dans les secteurs collectifs et industriels ne progresse pas comme attendu du fait de la baisse du prix du gaz. Cependant, certains industriels investissent dans des chaufferies permettant de valoriser des sous-produits de leur activité (déchets de bois ou agroalimentaires).

Les perspectives pour le bois domestique sont positives à moyen terme. Avec un parc de 5,8 millions d'appareils domestiques de chauffage au bois en 2018 et un rythme moyen de 447 000 appareils vendus par an, les objectifs de la PPE en 2023 semblent réalistes.

**Géothermie et PAC/CET :** Le faible niveau des prix des énergies fossiles freine le développement des projets collectifs de géothermie de surface. Cependant, la simplification des procédures et la hausse des projets aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME vont dans le sens d'une augmentation de l'activité.

Concernant la géothermie profonde dite basse énergie (sur réseaux de chaleur), la dynamique constatée depuis 2010 se poursuit avec la mise en service en 2019-2020 d'une douzaine de projets en région parisienne et en Nouvelle-Aquitaine totalisant une puissance cumulée de plus de 100 MW.

Quant à la géothermie profonde en haute énergie (technologie *Enhanced Geothermal Systems* EGS), elle fait l'objet de 14 permis d'exploration pour une capacité supplémentaire d'environ 130 MWe et 245 MWth d'ici 2028. Toutefois, ils restent dépendants de la compétitivité de la filière dans un contexte de faible prix des énergies fossiles, notamment du gaz, concurrent direct.

Selon l'interprofession Uniclimate, tous les segments de marché des pompes à chaleur progressent entre 2018 et 2019 : +83 % pour les ventes de PAC air/eau, +27 % pour les PAC air/air, +9 % pour les PAC géothermiques et +13 % pour les chauffe-eau thermodynamiques. Avec la future RE 2020 pour les bâtiments neufs, Uniclimate estime que le secteur des PAC devrait être conforté.

**Solaire thermique :** Les acteurs de la filière solaire thermique sont très pessimistes quant à l'évolution du marché des installations individuelles (chauffe-eau solaires individuels et systèmes solaires combinés), notamment en France métropolitaine si la réglementation et les modalités de soutien ne sont pas modifiés.

Concernant les installations collectives également, les perspectives d'évolution sont incertaines, même si l'ADEME poursuit son soutien à la filière à travers le Fonds Chaleur et ses appels à projets ciblés sur l'habitat, l'industrie, le tertiaire et l'agro-alimentaire.

## Biocarburants

Les perspectives de progression des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération (issue de productions agricoles) sont quasi inexistantes puisque leur taux d'incorporation ne peut dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants aux horizons 2023 et 2028.

En revanche, un développement est attendu pour les biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération (issue de biomasse), dits avancés, dont les taux d'incorporation doivent progresser pour atteindre 0,4 % en 2023 et 2,8 % en 2028 pour le pool gazole, et 1,2 % en 2023 et 3,8 % en 2028 pour le pool essence.

## Biogaz

Selon le ministère de la Transition écologique et solidaire, fin 2019, plus de 120 installations injectent du biométhane, après production et épuration de biogaz, dans les réseaux de gaz naturel. À la fin de l'année 2019, la capacité des 1 085 projets en file d'attente dépasse les 24 TWh par an, soit une hausse de 74 % par rapport à fin 2018.

Par ailleurs, fin 2019, près de 780 installations produisant de l'électricité à partir de biogaz sont raccordées au réseau. Cela correspond à une capacité totale installée de 493 MW, dont 39 MW supplémentaires raccordés sur l'année 2019. La production d'électricité à partir de biogaz s'élève à 2,3 TWh, en hausse de 8 % par rapport à 2018. Fin 2019, la puissance des projets en file d'attente est de 61 MW.



# Résultats détaillés

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

Marché par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
Éolien terrestre	1 756	1 867	2 640	2 607	3 088	2 651	2 951	2 947	3 820	3 931	4 822	5 320	5 775
Solaire photovoltaïque	229	424	933	1 917	6 370	5 731	3 901	3 779	4 213	4 052	3 628	4 450	4 136
Hydroélectricité	2 696	2 854	4 415	3 689	4 317	3 430	4 032	4 478	3 712	3 506	3 276	2 796	3 162
Biocarburants gazole	674	1 198	2 217	1 687	1 875	2 553	2 675	2 426	2 328	2 201	2 437	2 795	3 113
Bois-énergie - Domestique	2 150	2 038	2 384	2 413	2 612	2 386	2 817	3 260	2 814	2 762	2 839	2 934	3 063
PAC domestiques et CET	1 651	2 219	3 846	3 048	2 691	2 150	2 056	2 030	2 157	2 166	2 261	2 526	2 972
Bois-énergie - Collectif	628	647	642	708	846	1 039	1 287	1 366	1 356	1 559	1 688	1 602	1 595
Biocarburants essence	444	553	948	866	975	1 038	1 103	966	948	951	784	900	1 048
Biogaz	63	75	109	165	221	243	251	336	435	423	478	711	813
Géothermie	52	72	97	108	155	251	266	260	309	385	442	488	522
Réseaux de chaleur	203	209	246	290	296	273	338	422	512	471	480	397	441
Solaire thermique	477	493	619	500	460	481	540	449	405	346	335	314	343
UIOM	200	179	168	169	156	160	171	157	144	154	171	173	169
<b>Marché total **</b>	<b>11 222</b>	<b>12 828</b>	<b>19 263</b>	<b>18 166</b>	<b>24 064</b>	<b>22 386</b>	<b>22 389</b>	<b>22 875</b>	<b>23 154</b>	<b>22 906</b>	<b>23 641</b>	<b>25 405</b>	<b>27 152</b>

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

Emplois par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
Éolien terrestre	6 040	6 170	7 710	8 020	9 310	7 480	8 130	8 120	10 990	10 450	13 250	14 610	15 220
Solaire photovoltaïque	1 400	2 570	5 260	10 410	32 330	32 250	12 720	9 750	8 200	6 580	4 590	7 120	6 210
Hydroélectricité	8 240	8 770	9 350	9 540	10 690	10 630	11 780	12 230	12 150	12 110	11 590	11 680	11 880
Biocarburants gazole	930	1 480	1 490	1 050	980	990	1 240	1 210	1 170	1 250	1 080	1 300	1 430
Bois-énergie - Domestique	18 470	15 860	18 210	17 550	17 390	15 760	16 960	18 170	14 850	14 490	14 210	14 270	14 790
PAC domestiques et CET	11 250	13 590	20 390	20 410	17 840	15 820	15 300	14 900	15 610	16 100	16 030	18 070	21 160
Bois-énergie - Collectif	4 530	4 220	4 160	4 600	4 710	5 580	6 400	6 250	6 030	6 740	7 160	6 680	6 500
Biocarburants essence	1 900	1 920	2 020	1 180	1 150	1 090	1 110	1 130	1 200	1 160	940	1 010	1 080
Biogaz	410	480	600	890	1 120	1 110	1 120	1 410	1 820	1 680	1 730	2 590	3 020
Géothermie	710	800	920	1 040	1 260	1 730	1 790	1 740	1 960	2 460	2 790	2 960	3 230
Réseaux de chaleur	1 500	1 410	1 590	1 980	1 950	1 670	2 020	2 470	2 910	2 670	2 710	2 270	2 510
Solaire thermique	4 250	4 510	5 070	3 910	3 600	3 820	4 290	3 530	3 180	2 570	2 450	2 240	2 450
UIOM	930	790	690	660	610	650	680	640	600	620	650	650	630
<b>Emplois totaux **</b>	<b>60 550</b>	<b>62 570</b>	<b>77 470</b>	<b>81 230</b>	<b>102 930</b>	<b>98 570</b>	<b>83 530</b>	<b>81 550</b>	<b>80 680</b>	<b>78 850</b>	<b>79 170</b>	<b>85 460</b>	<b>90 120</b>

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

Production par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
Éolien terrestre	1 131	1 286	1 734	1 837	2 136	2 084	2 398	2 488	2 988	3 248	3 660	4 056	4 467
Solaire photovoltaïque	157	255	717	1 351	4 034	3 829	3 332	3 226	3 527	3 525	3 387	3 865	3 763
Hydroélectricité	2 672	2 811	4 382	3 661	4 289	3 397	4 006	4 448	3 685	3 469	3 245	2 775	3 145
Biocarburants gazole	586	915	1 884	1 470	1 649	2 013	2 279	1 999	1 779	1 663	1 570	1 708	1 962
Bois-énergie - Domestique	2 070	1 970	2 304	2 304	2 488	2 269	2 664	3 067	2 642	2 608	2 682	2 748	2 844
PAC domestiques et CET	1 592	2 044	3 727	2 987	2 401	1 895	1 826	1 783	1 868	1 909	1 987	2 242	2 625
Bois-énergie - Collectif	589	602	589	658	784	953	1 178	1 288	1 279	1 483	1 601	1 541	1 549
Biocarburants essence	444	553	735	585	687	780	810	790	754	704	543	625	722
Biogaz	54	64	94	142	191	211	223	296	381	379	433	627	719
Géothermie	52	69	95	107	144	234	250	246	290	366	420	464	491
Réseaux de chaleur	193	197	230	270	275	249	306	377	450	419	432	367	406
Solaire thermique	408	427	537	421	380	420	486	399	361	299	287	275	295
UIOM	200	179	168	169	156	160	171	157	144	154	171	173	169
<b>Production totale ***</b>	<b>10 149</b>	<b>11 372</b>	<b>17 196</b>	<b>15 963</b>	<b>19 616</b>	<b>18 494</b>	<b>19 927</b>	<b>20 565</b>	<b>20 147</b>	<b>20 227</b>	<b>20 417</b>	<b>21 466</b>	<b>23 156</b>

(\*) Hors réseaux électriques intelligents (Smart grids) et Energies Marines Renouvelables (EMR)

(\*\*) Le marché total et les emplois directs associés concernent l'ensemble des investissements domestiques (fabrication des équipements, importations des équipements et des biocarburants, montage de projets et études préalables, construction des infrastructures et des centrales, installation des équipements, vente et distribution des équipements), de l'exploitation-maintenance des équipements et des installations, de la vente domestique d'énergie, ainsi que des 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 calculs présentés dans ce rapport soient légèrement différents de ceux que l'on obtiendrait en utilisant les données arrondies.

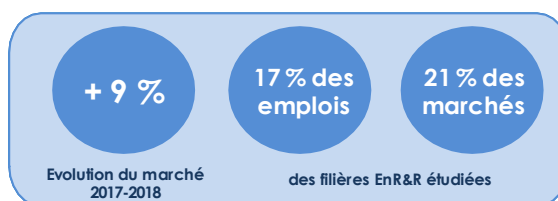
# 1. Éolien terrestre

## Points clés

### Simplifications réglementaires et reprises des raccordements

Après un creux en 2015, l'implantation d'éoliennes reprend significativement à partir de 2016, favorisée notamment par une simplification des procédures administratives (loi Brottes de 2013 et loi TECV de 2015) et des taux d'emprunt historiquement bas.

En 2018, le marché total de la filière s'élève à 5,8 Mds€, dont 2,5 Mds€ pour les investissements domestiques, 2,5 Mds€ pour la vente d'énergie, et 0,7 Mds€ pour les exportations. Cette même année, la filière emploie 15 220 ETP directs, dont 11 820 ETP pour les investissements (y.c. les exportations) et 3 400 ETP pour la vente d'énergie.



### Tendances observées 2016-2018

Production brute d'électricité (GWh) ↗

Puissance totale raccordée (MW) ↗

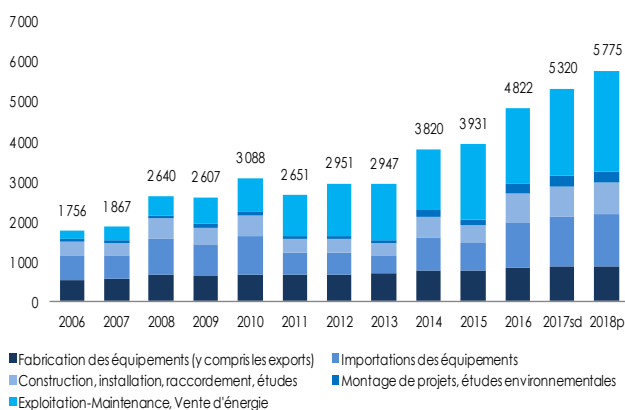
Investissements domestiques (M€) ↗

Fabrication des équipements (M€) ↗

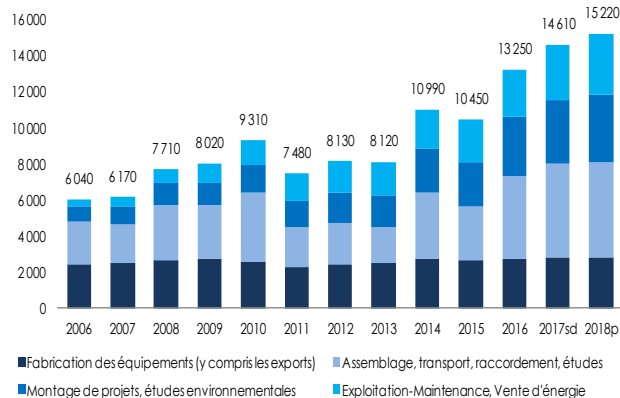
Emplois de fabrication des équipements (ETP) ↗

Emplois de vente d'énergie (ETP) ↗

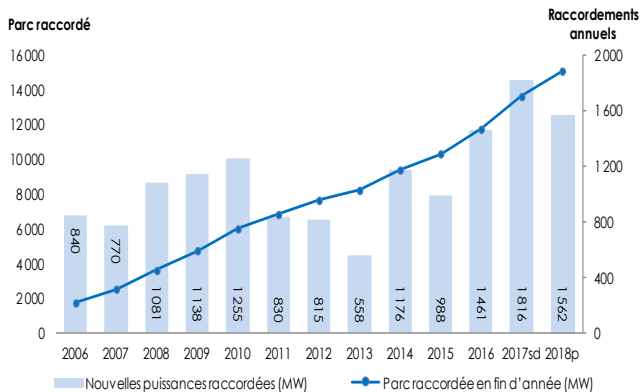
Marchés liés à l'éolien terrestre (M€)



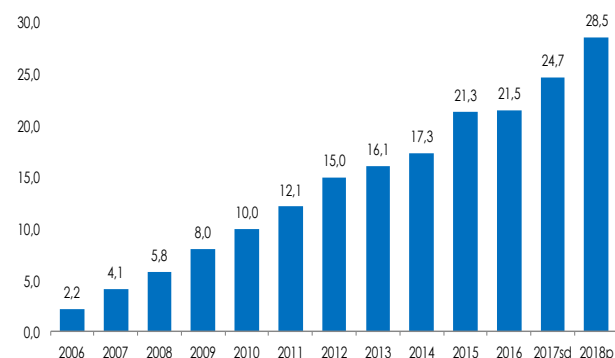
Emplois associés à l'éolien terrestre (ETP)



Parc raccordé et raccordements 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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Équipement</b>	Fabrication de mâts, pales, génératrices, rotors, nacelles, autres matériels
<b>Construction</b>	Assemblage des éoliennes, génie civil, transport, études techniques, montage de projets
<b>Production d'énergie</b>	Exploitation, entretien et maintenance des champs d'éoliennes

# Contexte réglementaire

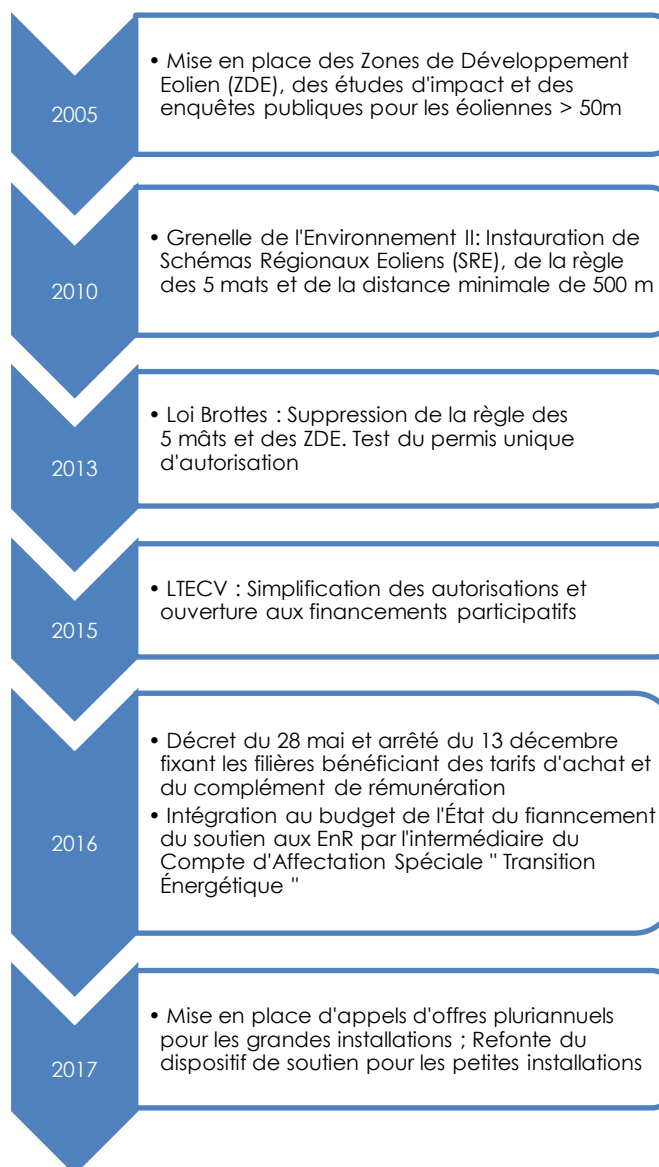
## Conditions d'accès au complément de rémunération

La Loi dite Grenelle II (2010<sup>6</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>7</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 et raccordement) contribuent à la reprise des nouvelles installations.

En 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV<sup>8</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 ;
- La généralisation de l'autorisation unique à l'ensemble de la France permettant de regrouper les autorisations en une seule autorisation environnementale instruite avec un délai cible de 10 mois maximum ;
- 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 (fixé par appel d'offres dans la plupart des cas) et le prix moyen du marché est versée au producteur par EDF AO (intermédiaire pour le compte de l'État). Jusqu'en 2015, ce surcoût était compensé par la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE). Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, le financement du soutien aux énergies renouvelables est intégré au budget de l'État via le Compte d'Affectation Spéciale (CAS) « Transition Énergétique »<sup>9</sup>.



## 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 moins de 6 éoliennes et d'une puissance unitaire inférieure à 3 MW ;
- Les appels d'offres pour les installations de 7 éoliennes ou plus, ou avec au moins un aérogénérateur d'une puissance nominale supérieure à 3MW. 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.

<sup>6</sup> Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

<sup>7</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>8</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>9</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

Lancé en mai 2017, l'appel d'offres « Éolien terrestre » est divisé en 6 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 5 premières phases sont comme suit :

- **1<sup>ère</sup> période** : Délibération du 18/01/2018 - 22 lauréats pour une puissance totale de plus de 508 MW. Prix moyen pondéré retenu de 65,4 €/MWh ;
- **2<sup>ème</sup> période** : Délibération du 12/07/2018 - 4 lauréats et une puissance totale de 83 MW. Prix moyen pondéré retenu de 66,9 €/MWh ;
- **3<sup>ème</sup> période** : Délibération du 09/05/2019 - 21 lauréats pour une puissance totale de 516 MW. Prix moyen pondéré retenu de 63 €/MWh ;
- **4<sup>ème</sup> période** : Délibération du 19/09/2019 - 20 lauréats et une puissance totale de 576 MW. Prix moyen pondéré retenu de 66,5 €/MWh ;
- **5<sup>ème</sup> période** : Délibération du 13/02/2020 - 31 lauréats pour une puissance totale de 637 MW. Prix moyen pondéré retenu de 62,2 €/MWh.

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

La puissance annuelle installée des éoliennes (toutes filières confondues) à l'échelle mondiale augmente de 19 % en 2019, passant de 50,7 GW en 2018 à 60,4 GW (54,2 GW d'éolien terrestre et 6,2 GW d'éolien offshore). Fin 2019, le parc éolien s'élève à 650,6 GW, dont 621,4 GW pour l'éolien terrestre.

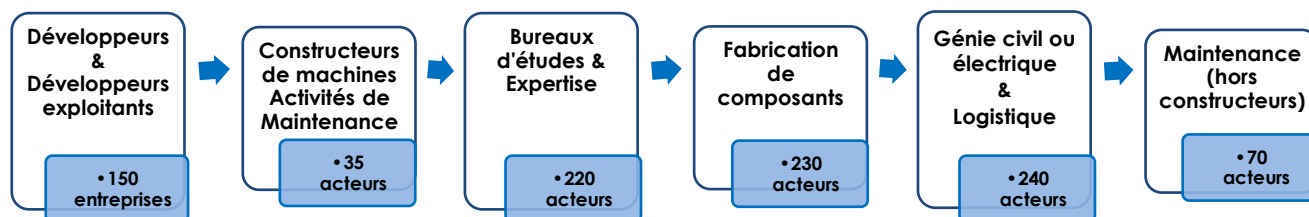
L'Asie-Pacifique représente le plus grand marché de l'éolien terrestre (46 % du parc), avec la Chine en tête du classement. Ce pays possède un parc éolien terrestre de 229,6 GW, soit 37 % du parc mondial. L'évolution rapide de la Chine s'explique par la forte implication du gouvernement dans le développement des énergies vertes afin de répondre à la demande croissante en énergie du pays.

L'Europe vient en 2<sup>ème</sup> position avec 29 % des capacités mondiales. L'importance du marché européen s'explique par le positionnement historique de pays tels que le Danemark et l'Allemagne, précurseurs sur les 1<sup>ères</sup> technologies éoliennes. Vient ensuite les États-Unis (24 % du parc).

Au niveau européen, l'Allemagne dispose du plus grand parc éolien terrestre (53,9 GW en 2019), suivie par l'Espagne (25,8 GW). La France arrive en 3<sup>ème</sup> position avec un parc de 16,6 GW. Globalement, les nouvelles puissances installées dans l'UE s'élèvent à 15,4 GW en 2019, dont 11,7 GW pour l'éolien terrestre. Cette même année, la production d'électricité éolienne de l'UE (toutes filières confondues) est de 426 TWh (+13 % par rapport à 2018). La production du parc terrestre s'élève à 355,4 TWh, en hausse de 11 % par rapport à 2018.

Sources : GWEC (2020), Global Wind Report 2019 ; EurObserv'ER (2020), Baromètre Éolien

## Les acteurs de la filière éolienne



Source : France Énergie Éolienne, Observatoire de l'éolien 2019

### Développeurs-exploitants : près de 150 acteurs

Compte tenu des différentes contraintes de la réglementation, le développement des projets demande en France en moyenne 7 à 9 ans (contre 3 à 5 ans en Allemagne<sup>10</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.

Près de 150 entreprises sont spécialisées dans le développement des projets. Selon les cas, les développeurs vendent 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 : Engie via ses filiales Engie Green (838 éoliennes exploitées sur 114 parcs pour 1 730 MW) et Compagnie National du Rhône (CNR ; 52 parcs d'une puissance cumulée de 660,4 MW) ;

<sup>10</sup> Source : Wind Europe

EDF Renouvelables (parc éolien terrestre de 1 653 MW en France) ; VALOREM (1 200 MW) ; EnergieTEAM (1 034 MW en exploitation) ; BORALEX France (plus de 60 éoliennes d'une puissance totale de 999,6 MW) ; Akuo Energy (910 MW) ; NEOEN (29 centrales d'une puissance totale de 856 MW) ; Total Quadran (62 parcs exploités totalisant 502 MW) ; WPD (plus de 350 MW de projets en exploitation et plus de 1 000 MW en développement) ; ABO Wind (158 éoliennes d'une puissance totale de 306 MW) ; Kallista Energy (20 parcs de 200 MW au total).

## Plusieurs implantations industrielles dédiées à l'industrie éolienne

Les éoliennes terrestres construites en France sont majoritairement équipées de turbines de marque étrangère. Tous les grands turbineurs disposent d'une filiale sur le territoire national (Vestas, Enercon, Senvion<sup>11</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 (Alstom-General Electric et Poma Leitwind), fabrication de mâts d'éoliennes (usine WEC Mâts Béton d'Enercon), ainsi que fabrication de pales d'éoliennes maritimes (LM Wind Power).

- 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. Le fond Nimbus reprend le site dijonnais et doit continuer la fabrication de mâts. Aujourd'hui, seule l'usine WEC Mâts Béton d'Enercon (Oise) est active, employant 85 salariés en 2018.

## Fabrication de composant : une industrie exportatrice

Plus de 230 entreprises 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, Idéol 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 2018, on évalue à 748 M€ le CA des composants électriques ou mécaniques pour éoliennes et destinés à l'export.

## Assemblage et installation des éoliennes

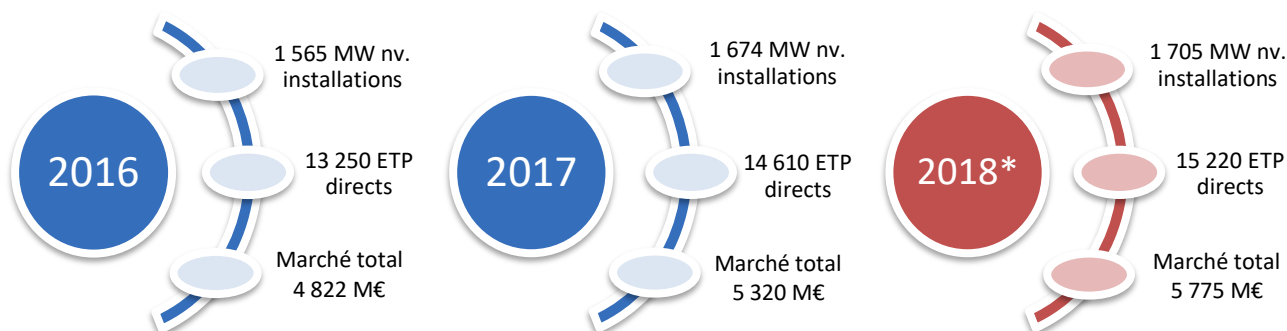
Ce sont 240 entreprises actives dans le domaine de l'installation des aérogénérateurs, du génie civil, du levage, de l'assemblage et du transport. Ces entreprises sont relativement dépendantes des grands fabricants étrangers et des donneurs d'ordre.

## 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 : EDF Renouvelables, Engie (via ses filiales Engie Green et Compagnie National du Rhône CNR), VALEMO (groupe VALOREM), EnergieTEAM, BORALEX France, Total Quadran, WPD, ainsi que le groupe anglais RES (37 parcs éoliens de 500 MW cumulés en cours de développement).

<sup>11</sup> Dépôt de bilan courant 2019. Plusieurs actifs, ainsi que les activités de service onshore sont en cours d'acquisition par l'entreprise espagnole Siemens Gamesa.

## 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.

### Forte reprise des investissements après un creux en 2015

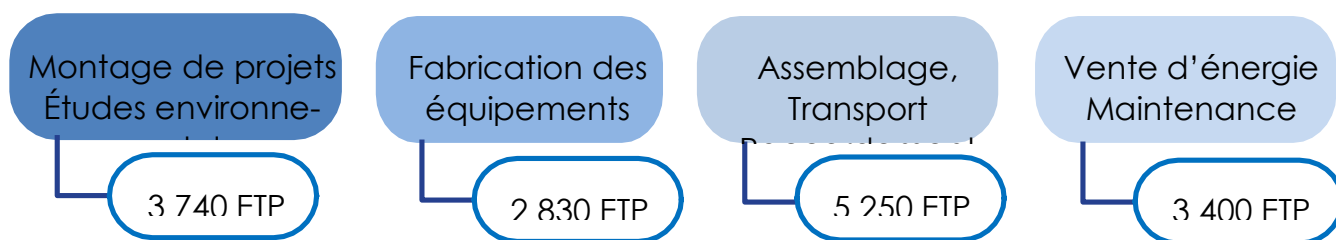
Après une période difficile entre 2011 et 2013 du fait de l'invalidation du tarif d'achat pour l'éolien terrestre au niveau européen, l'année 2014 voit le marché de l'éolien terrestre s'améliorer sensiblement : doublement des puissances raccordées sur une année, accroissement de plus de 80 % des investissements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

Après le creux en 2015 (988 MW), les nouvelles puissances raccordées augmentent à nouveau et passent de 1,5 GW en 2016 à 1,6 GW en 2018. Il en est de même pour les investissements domestiques qui augmentent en moyenne de 6 % par an entre 2016 (2,2 Mds€) et 2018 (2,5 Mds€). Ces investissements comportent une part importante d'importation (1,2 Mds€ en moyenne). Cependant, il apparaît important de souligner une dynamique positive de la part française des éoliennes implantées sur le territoire, compte tenu des nouvelles implantations industrielles et des exportations des sous-traitants industriels.

En 2018, les investissements dans la fabrication française des équipements (y.c. pour les exportations) s'élèvent à 889 M€, en hausse de 4 % par an en moyenne par rapport à 2016. Les entreprises françaises sont présentes à l'international avec 748 M€ d'exportations en 2018. 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 Renouvelables ne figurent pas dans ces exportations.

L'exploitation-maintenance du parc éolien et la vente d'énergie s'élève à 2,5 Mds€ en 2018, en hausse de 15 % par an en moyenne par rapport à 2016 (1,9 Mds€).

### En 2018, 15 220 ETP directs associés à la filière éolienne française



En 2018, la hausse des investissements (+2 % de nouvelles puissances installées par rapport à l'année précédente) et des activités d'exploitation et de maintenance entraîne une augmentation de l'ensemble des emplois directs de 4 % entre 2017 (14 610 ETP) et 2018 (15 220 ETP).

En 2018, les emplois directs de la filière se situent majoritairement dans l'installation des éoliennes (assemblage, transport et raccordement ; 5 250 ETP, dont 400 associés aux exportations). Les activités de développement, de montage de projets et d'études environnementales représentent 3 740 ETP, dont 1 640 associés aux exportations. La fabrication d'équipements pour le marché intérieur représente 680 ETP, auxquels s'ajoutent 2 150 ETP pour la fabrication des équipements destinés à l'export. La majeure partie des équipements sur le marché domestique est importée. Les exportations génèrent ainsi un total de 4 190 emplois en 2018. L'exploitation, l'entretien-maintenance du parc éolien et la vente domestique d'énergie nécessitent 3 400 ETP. Ces emplois augmentent régulièrement au rythme des puissances raccordées.

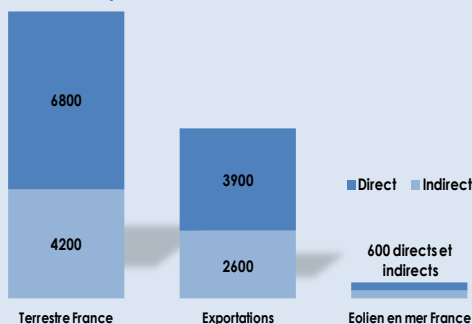


## 18 000 emplois directs et indirects

### 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 domestique), 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 données de la filière éolienne en mer dans l'étude BIPS.

## Observatoire de l'éolien 2019

France Énergie Éolienne (FEE) réalise chaque année un Observatoire de l'éolien. L'édition 2019 de cet observatoire répertorie 18 200 emplois directs et indirects pour l'année 2018, contre 15 220 ETP directs selon les résultats de la présente étude M&E (édition 2020).

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 2018

Emplois en 2018	IN NUMERI	FEE
Fabrication des équipements	2 830	4 120
Études et développement	3 740	4 060
Assemblage, génie civil, transport	5 250	4 930
Exploitation-maintenance	3 400	3 700
<b>Total commun entre FEE et In Numeri</b>	<b>15 220</b>	<b>16 810</b>
Hors champ pour In Numeri		1 340
<b>Total</b>	<b>15 220</b>	<b>18 200</b>

Source : Cap Gemini Invent pour France Energie Éolienne, *Observatoire de l'éolien 2019, Analyse du marché, des emplois et des enjeux de l'éolien en France*

# Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

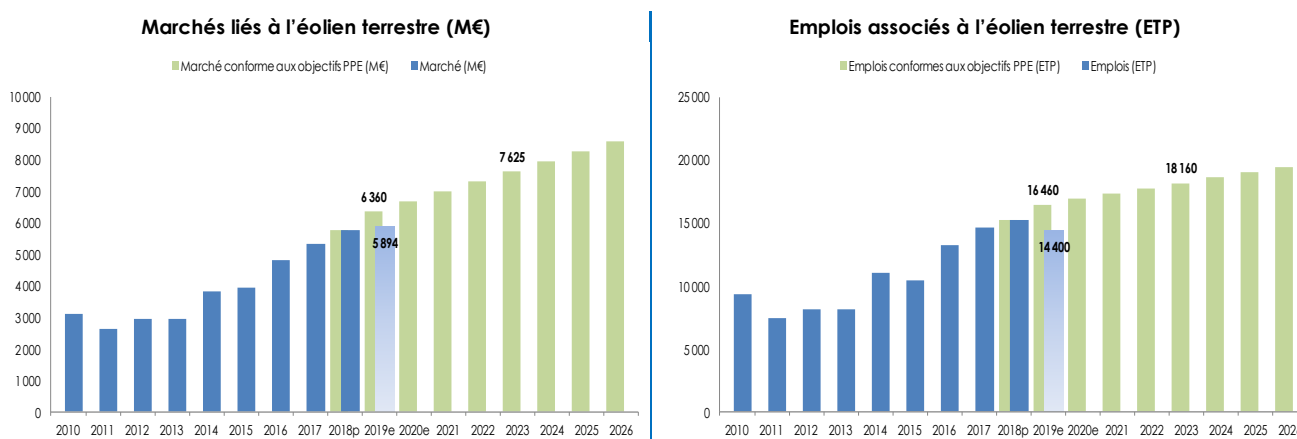
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement du parc éolien terrestre à horizon 2023 et 2028.

## Capacités installées de production éolienne (GW)

2016	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
11,7 GW	24,1 GW	33,2 GW	34,7 GW

Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 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) est ambitieux, mais réaliste.



(\* ) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; 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 nouvelles éoliennes chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés à l'éolien terrestre est estimé à 6,3 Mds€ en 2019 et 7,6 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements (exportations comprises) s'élèveraient à 4,1 Mds€, et l'exploitation-maintenance à 2,5 Mds€. Les emplois atteindraient 18 160 ETP en 2023 : 12 620 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 la prévision 2019. Même si inférieure, cette tendance est proche de la trajectoire PPE : 5,9 Mds€ et 14 400 ETP pour la tendance, 6,3 Mds€ et 16 460 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### Mesures de soutien de 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 ;
- Rendre obligatoire d'ici 2023 le recyclage des matériaux constitutifs des éoliennes lors de leur démantèlement ;
- Favoriser la réutilisation des sites éoliens en fin de vie pour y réimplanter des machines plus performantes ;
- Lancer des expérimentations de solutions innovantes pour réduire les nuisances lumineuses tout en préservant la sécurité des aéronefs et permettre d'envisager de nouveaux dispositifs pouvant prétendre à une homologation début 2021 ;
- Élaborer un protocole pour mesurer avec exactitude et de manière non discutable les niveaux de bruits générés par les éoliennes ;
- Généraliser le principe d'une excavation totale des fondations éoliennes lors du démantèlement et augmenter le montant des garanties financières pour tenir compte des nouvelles technologies ;
- 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).

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.  
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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	77	68	112	101	118	80	82	84	135	114	127	137	142
Importations d'équipements	624	581	907	770	952	567	554	458	832	682	1 162	1 264	1 308
Construction, installation d'équipements	349	323	508	434	533	329	329	286	518	435	704	765	792
Montage de projets, Études préalables	62	58	91	77	95	69	80	78	156	144	232	253	261
<b>Total des investissements</b>	<b>1 113</b>	<b>1 030</b>	<b>1 617</b>	<b>1 382</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>2 225</b>	<b>2 419</b>	<b>2 503</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>188</b>	<b>345</b>	<b>484</b>	<b>676</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>2 179</b>	<b>2 525</b>
<b>Marché domestique *</b>	<b>1 301</b>	<b>1 375</b>	<b>2 101</b>	<b>2 058</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>4 121</b>	<b>4 598</b>	<b>5 028</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements et ingénierie	455	492	539	549	549	574	598	621	645	666	701	722	748
<b>Marché total **</b>	<b>1 756</b>	<b>1 867</b>	<b>2 640</b>	<b>2 607</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>4 822</b>	<b>5 320</b>	<b>5 775</b>
<b>Production **</b>	<b>1 131</b>	<b>1 286</b>	<b>1 734</b>	<b>1 837</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>4 056</b>	<b>4 467</b>

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

(\*\*) Marché total = Marché domestique + 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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	370	360	520	540	560	340	410	460	640	560	700	710	680
Construction, installation d'équipements	2 400	2 180	3 020	2 860	3 620	2 060	2 110	1 750	3 420	2 680	4 230	4 770	4 850
Montage de projets, Études préalables	470	440	640	570	770	550	640	630	1 250	1 150	1 870	2 030	2 100
<b>Total</b>	<b>3 250</b>	<b>2 980</b>	<b>4 170</b>	<b>3 970</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>6 800</b>	<b>7 510</b>	<b>7 630</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>390</b>	<b>570</b>	<b>810</b>	<b>1 070</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>Liés au marché domestique</b>	<b>3 630</b>	<b>3 550</b>	<b>4 980</b>	<b>5 040</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>9 450</b>	<b>10 580</b>	<b>11 030</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>2 410</b>	<b>2 620</b>	<b>2 730</b>	<b>2 980</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>3 800</b>	<b>4 030</b>	<b>4 190</b>
Fabrication des équipements	2 030	2 100	2 130	2 220	2 050	1 920	2 010	2 070	2 070	2 090	2 040	2 130	2 150
Construction, installation d'équipements	0	40	60	100	140	170	210	230	280	300	330	370	400
Montage de projets, Études préalables	380	480	530	660	820	900	1 030	1 130	1 220	1 330	1 440	1 540	1 640
<b>Total des emplois directs</b>	<b>6 040</b>	<b>6 170</b>	<b>7 710</b>	<b>8 020</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>13 250</b>	<b>14 610</b>	<b>15 220</b>

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

## Puissance et production d'énergie de la filière éolienne terrestre

MW	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Puissances annuelles installées	890	763	1 198	1 063	1 306	792	780	666	1 190	984	1 565	1 674	1 705
Puissances annuelles raccordées	840	770	1 081	1 138	1 255	830	815	558	1 176	988	1 461	1 816	1 562
Parc raccordé en fin d'année	1 717	2 506	3 588	4 727	5 979	6 811	7 625	8 206	9 375	10 308	11 723	13 610	15 075
Production d'énergie (TWh)	2 223	4 126	5 760	7 982	10 001	12 104	14 984	16 106	17 318	21 319	21 473	24 711	28 501

Source : SDES, Tableau de bord de l'éolien et Bilan des EnR

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements (M€)</b>	Puissances installés x Prix unitaire		
Puissances installées (MW)		SDES, Tableau de bord éolien	***
Prix (M€/MW)		2006 à 2014 : SER, FEE 2015 : ADEME (2017 <sup>12</sup> et 2019 <sup>13</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 2018 : 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 2007 à 2014 : Extrapolation linéaire	*
<b>Importations (M€)</b>		Estimation In Numeri	*
<b>Vente d'énergie (M€)</b>	Production d'énergie x Prix unitaire		
Production d'énergie (GWh)		SDES, Tableau de bord éolien et Bilan EnR	***
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 à 2008 CN, 2009 à 2016 ESANE (NAF22.23, 27, 28.11, 28.15)	**
Autres maillons de la chaîne de valeur (ETP)	Montage, études, assemblage, génie civil, raccordement	2006 à 2008 : Comptabilité Nationale 2009 à 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)	**

<sup>12</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>13</sup> ADEME (2019), 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, Études Coûts des EnR&R en France (donnée 2018) ;
- 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 2018 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 (Tableau de bord).

## Estimation des emplois

Les emplois relatifs aux investissements 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 d'ESANE (2009 à 2015/2016). Les ratios 2016 à 2018 sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.

Les emplois relatifs à l'exploitation et la maintenance du parc 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) de l'ADEME.

# 2. Photovoltaïque

- 7 %

Evolution du marché  
2017-2018

7 % des  
emplois

des filières EnR&R étudiées

15 % des  
marchés

## Points clés

### Installation d'1GW en 2017, le double qu'en 2016

Le marché du photovoltaïque s'est profondément transformé depuis la chute des tarifs d'achat de 2011. En termes de puissance installée, le marché résidentiel s'est effacé au profit du marché des grandes toitures et des centrales au sol, impulsé par les appels d'offres gouvernementaux. Les centrales au sol étant quatre fois moins intenses en emploi que les petites toitures, on assiste, après 2011, à une forte réduction des emplois générés (ADEME (2015), Étude BIPS).

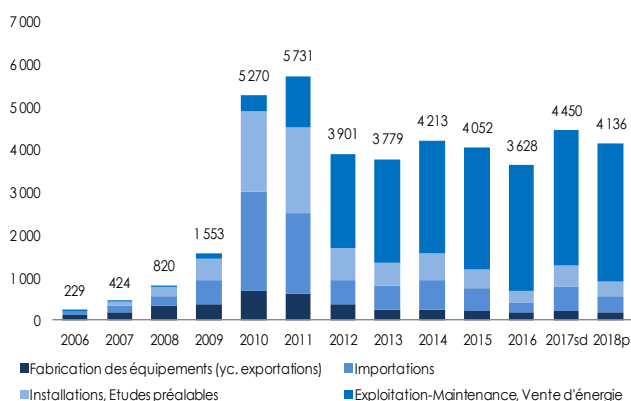
Après une année en creux en 2016 (492 MW), l'année 2017 est marquée par une hausse importante de la puissance installée (1 056 MW). Ces investissements diminuent en 2018 de 25 % (791 MW).

### Tendances observées 2016-2018

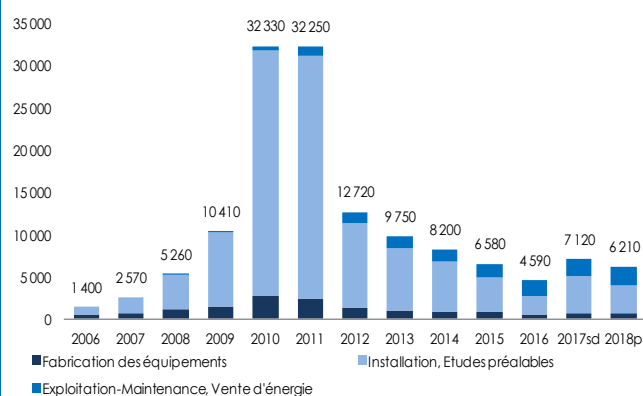
- Puissance annuelle installée (MW) ↗
- Puissance annuelle raccordée (MW) ↗
- Investissements domestiques (M€) ↗
- Emplois liés aux investissements (ETP) ↗
- Marché total (M€) ↗
- Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) ↗

Le marché total et les emplois associés suivent le rythme des installations PV : de 3,6 Mds€ pour 4 590 ETP en 2016 à 4,4 Mds€ pour 7 120 ETP en 2017 et 4,1 Mds€ pour 6 210 ETP en 2018.

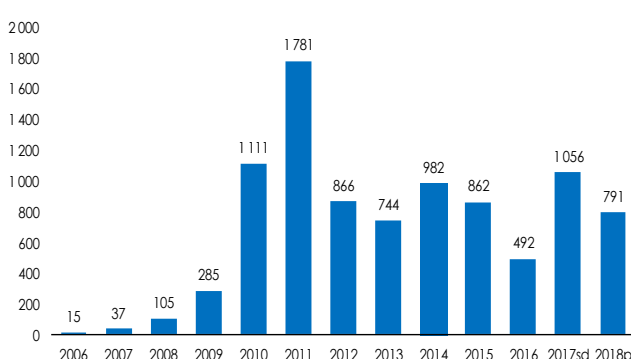
Marchés liés au photovoltaïque (M€)



Emplois associés au photovoltaïque (ETP)

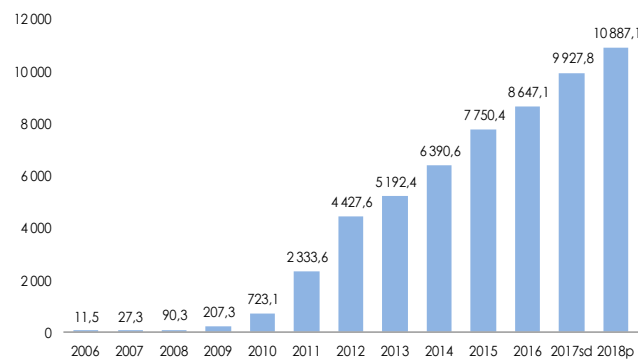


Nouvelles installations annuelles (MW) \*



(\*) Compte tenu des files d'attente et délais de construction, les installations sont différentes des raccordements (862 MW en 2018).

Energie 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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

**Fabrication des équipements**

Fabrication de capteurs et de composants

**Distribution des équipements**

Grossistes

**Installation**

Pose dans les logements individuels, les bâtiments collectifs et les centrales au sol

**Maintenance**

Exploitation, entretien et maintenance courante



# Contexte réglementaire

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

Jusqu'à présent, pour les installations de moins de 100 kWc sur bâtiments, l'électricité produite par les installations photovoltaïques fait l'objet d'une obligation d'achat par EDF OA (EDF agence Obligation d'Achat) et les entreprises locales de distribution qui sont obligées d'acheter l'électricité produite à un tarif d'achat, l'écart avec le prix du marché étant compensé par la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE). 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. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, le financement du soutien aux énergies renouvelables est intégré au budget de l'État via le Compte d'Affectation Spéciale (CAS) « Transition Énergétique »<sup>14</sup>.

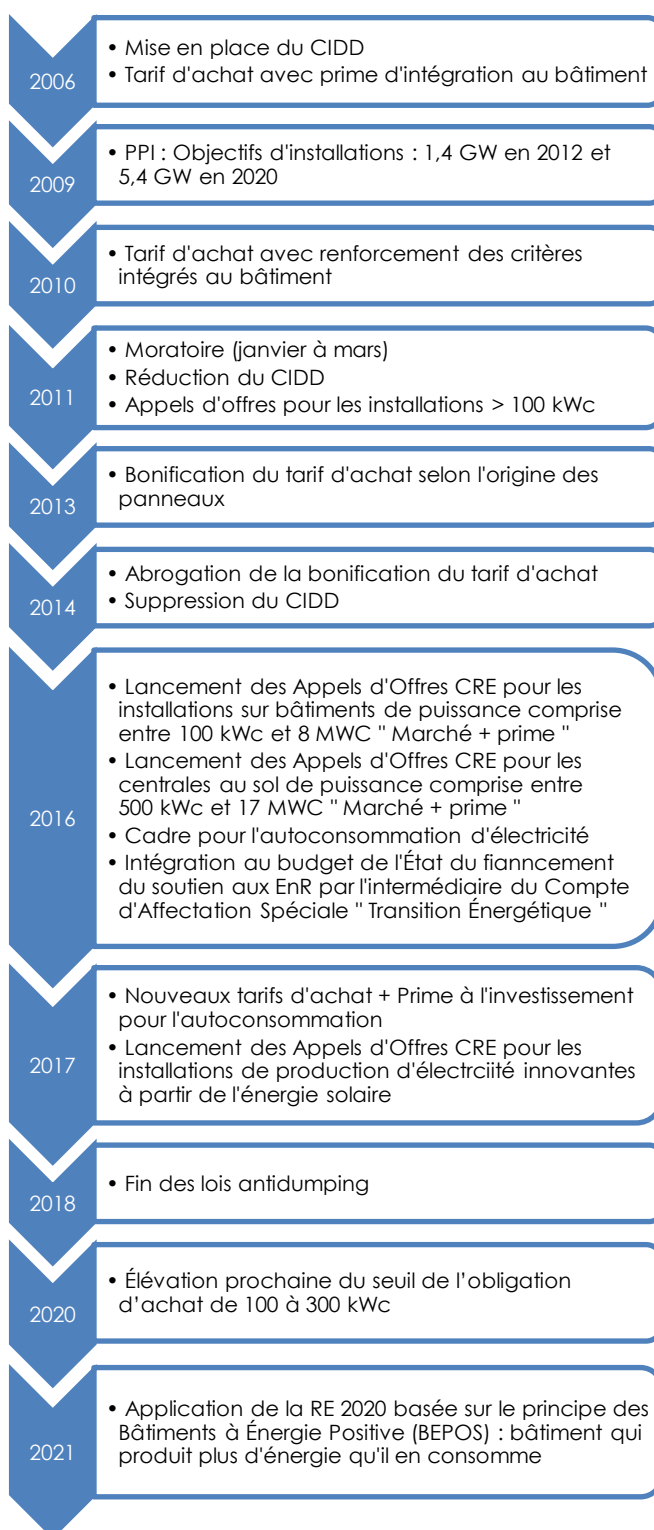
Les dispositions réglementaires qui régissent le tarif d'achat en guichet ouvert introduisent également un mécanisme de soutien spécifique pour les installations en autoconsommation avec un tarif d'achat spécifique pour la vente du surplus d'électricité et une prime à l'investissement.

## Appels d'offres avec contrats d'achat ou complément de rémunération au-delà de 100 kWc

Pour les installations de plus de 100 kWc, le mécanisme de soutien repose sur des appels d'offres permettant d'obtenir soit un contrat d'achat, soit 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 9 périodes de délibération (d'avril 2017 à décembre 2019), près de 2 940 lauréats sont retenus pour une puissance totale de 1 491,4 MW (730,8 MW sur des installations d'une puissance comprise entre 100 et 500 kWc ; 760,6 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 6 périodes de délibération (de mars 2017 à juillet 2019), plus de 560 lauréats sont retenus pour une puissance totale de 3 991,6 MW (2 480,1 MW sur des installations au sol de puissance strictement supérieure à 5 MWc ; 1 085,2 MW sur des installations au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 5 MWc ; 426,3 MW sur des installations sur ombrières de parking de puissance comprise entre 500 kWc et 10 MWc).

Enfin, 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. En mars 2017, la ministre en charge de l'énergie annonce le lancement d'un appel



<sup>14</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

d'offres pour le développement de technologies solaires innovantes pour une puissance de 210 MWc sur 4 secteurs d'innovation : les composants, le système électrique, l'optimisation de l'exploitation d'une centrale, et l'agrivoltaïsme. Selon les résultats de la 1<sup>ère</sup> période (janvier 2018), 50 lauréats sont retenus, avec une puissance totale de 73,2 MW à un prix moyen pondéré de 80,7 €/MWh. Complément d'autres programmes de recherche, cet AO aide ainsi à dérisquer les installations avec innovation.

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 lance des appels à projets « Démonstrateurs et Territoires d'Innovation de Grande Ambition ; DTIGA ». Ouverts jusqu'au 20 janvier 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.

Quant au « Concours d'innovation », la première vague est lancée en décembre 2017, avec une clôture en mars 2018. L'objectif de ce concours 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€. Les 89 lauréats de la 1<sup>ère</sup> vague sont rendus publics en décembre 2018. Parmi ces lauréats, 16 projets sont liés aux EnR et au stockage, dont plusieurs sur l'énergie photovoltaïque et l'autoconsommation (Cythelia Energy, Steadysun, Hawk, Voltinov, Reuniwatt, Énergies De-main).

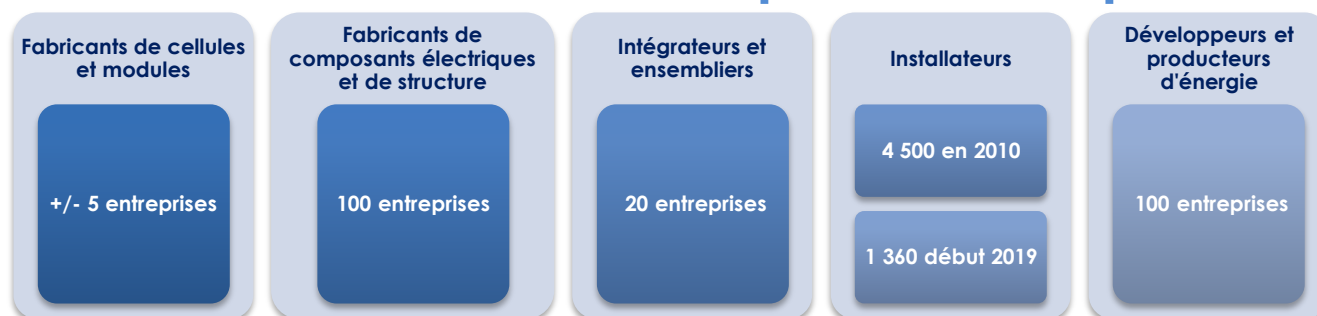
### Photovoltaïque dans le monde : la Chine en tête du marché

En 2018, 512,3 GW sont installés dans le monde, dont 103,2 GW de nouvelles installations pour la seule année 2018. Cette même année, la Chine se place largement en tête du marché mondial du photovoltaïque, avec 44,3 GW raccordés dans l'année.

En 2018, 114,7 GW sont installés en Europe, produisant 123 TWh. L'Allemagne reste en tête des puissances installées (45,2 GW) et porte le marché le plus actif sur l'année, avec 3 GW supplémentaire par rapport à 2017.

Source : EurObserv'ER (2019), Etat des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan

## Les acteurs de la filière du photovoltaïque



### Équipementiers : 20 entreprises

Dans la partie la plus en amont de la filière, une vingtaine de 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).

Les entreprises françaises sont également bien positionnées sur les « matériaux solaires » (gaz, verres spéciaux, polymères), avec des groupes comme Saint-Gobain, Air Liquide (pour les gaz) et Arkema (pour les polymères).

### Fabricants de cellules et modules : environ 5 entreprises

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 (ex-Fonroche), Apollon Solar et Systovi entre autres.

## Fabricants de composants électriques et de structure : 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.

On compte aussi une dizaine de grands fabricants d'éléments de couvertures, de profilés d'aluminium, d'écrans de sous-toiture et de supports (Édilians, Terreal, SAPA, Schüco, Saint-Gobain).

## 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, DualSun). Certaines se sont spécialisées dans la pose d'ombrières de parking (Gagnepark, Heliowatt et Impact Energie).

## Installateurs : de 4 500 entreprises en 2010 à 1 360 début 2019

Essentiellement tournée vers les installations résidentielles au début de la période, l'activité d'installation est très dynamique entre 2006 et 2010. La mise en place d'un moratoire, consistant en une suspension provisoire de l'obligation d'achat et la baisse continue du tarif d'achat, contribuent à réduire la demande des ménages, ce qui entraîne l'arrêt de l'activité photovoltaïque dans de nombreuses entreprises.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2019, l'association Qualit'EnR regroupe 1 360 installateurs avec une qualification liée au photovoltaïque (860 en QualiPV Électricité et 500 en QualiPV Bâtiment), contre plus de 4 500 en 2010.

## 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 Soleil, Urbasolar, Voltalia).

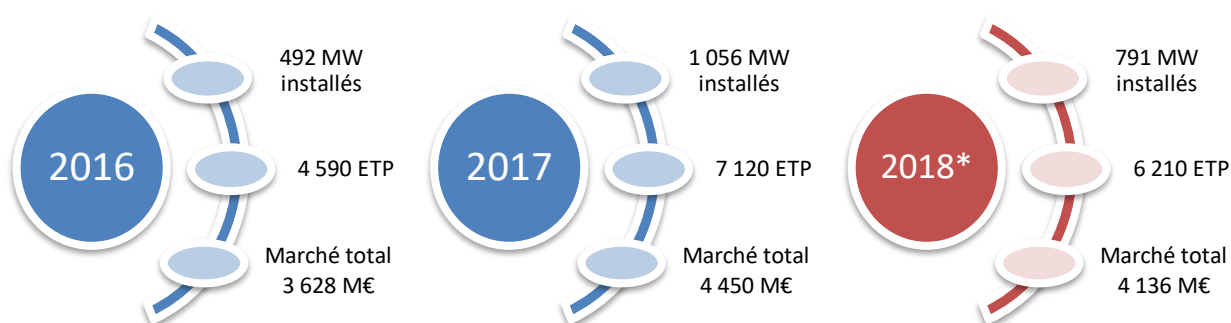
## Stockage : 10 entreprises

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).

## Panneaux hybrides

Les panneaux photovoltaïques hybrides proposent une valorisation à la fois électrique et thermique. Quelques sociétés commencent à commercialiser ces produits (DualSun et Base Innovation).

# Situation du marché et de l'emploi



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

## Baisse du prix des systèmes photovoltaïques

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>15</sup>.

Le coût des installations résidentielles intégrées au bâti de moins de 9 kWc diminue de plus de 60 % entre 2009 (6,9 €/Wc) et 2016 (2,5 €/Wc). Ce coût se stabilise à 2,4 €/Wc en 2017 et 2018.

Le prix du Wc installé en grande toiture passe de 6,4 €/Wc en 2009 à 1,5 €/Wc en 2016. La baisse du coût continue en 2017 (1,4 €/Wc) et en 2018 (1,2 €/Wc).

<sup>15</sup> Sources : SER ; SDES ; ADEME (2015), Étude BIPS-Enerplan sur la filière photovoltaïque en France ; ADEME (2019), Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France

Pour les centrales au sol (avec une puissance supérieure à 250 kW), le prix passe de 5,2 €/Wc en 2009 à 1,1 €/Wc en 2016, 1 €/Wc en 2017 et 0,9 €/Wc en 2018.

## Marché orienté vers les centrales au sol

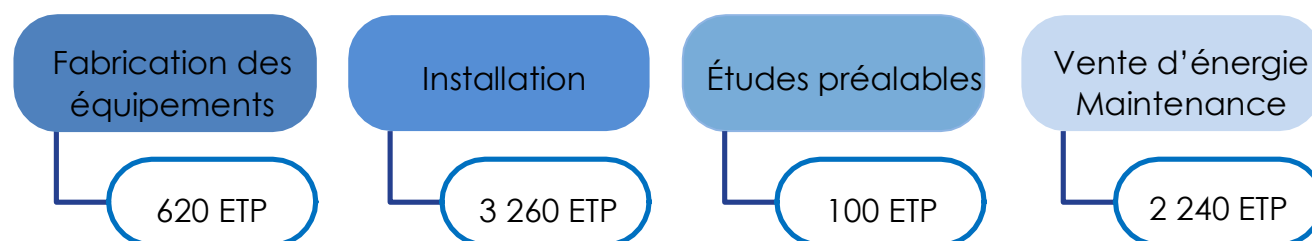
Après une année en creux en 2016 (556 MW), l'année 2017 est marquée par une hausse importante des nouvelles capacités raccordées, avec 873 MW raccordés (+57 %). Le marché se développe au bénéfice des centrales au sol et des très grandes toitures ou ombrières de parking. On peut y voir l'aboutissement des politiques d'appels d'offres. Les installations de plus de 250 kWc représentent 66 % des raccordements en 2017, contre 22 % en 2009.

Au sein même des segments de marché, la puissance moyenne des installations augmente. Pour le segment résidentiel, les installations majoritairement d'une puissance inférieure à 3 kW jusqu'en 2012 ont maintenant une puissance allant de 3 à 9 kW (76 % des installations résidentielles en 2017).

En 2017, le marché total du photovoltaïque s'élève à 4,4 Mds€, en hausse de 23 % par rapport à 2016 sous l'effet de l'augmentation des quantités installées, et cela malgré une baisse des prix. La hausse du marché concerne les investissements (exportations comprises), qui passent de 0,7 Mds€ en 2016 à 1,3 Mds€ en 2017 (soit +89 %). La production d'électricité photovoltaïque s'élève à 9,9 TWh en 2017. Sur la base des prix de l'obligation d'achat, la valeur de l'électricité injectée sur le réseau s'élève à 3,2 Mds€, contre 3 Mds€ en 2016.

En 2018, les raccordements annuels diminuent légèrement de 1 %. La hausse des puissances raccordées en grandes toitures (+14 %) et la reprise des raccordements dans le résidentiel (+9 %) ne contrebalancent pas la baisse de 9 % des centrales au sol raccordées. Conjointement à la baisse des prix, cela mène à une baisse des investissements et du marché total de respectivement 29 % et 7 %. La valeur de l'électricité photovoltaïque injectée (10,9 TWh) reste stable à 3,2 M€, les tarifs d'achat diminuant de 8 %.

## Baisse des emplois de la filière en 2018



L'ensemble des emplois suit la même tendance que les marchés : 6 210 ETP en 2018, contre 7 120 ETP en 2017 (soit -13 %), une baisse portant essentiellement sur les installations (950 emplois en moins). Les emplois industriels dans la fabrication de modules et d'éléments de structure (y compris ceux destinés à l'exportation, hors installation) sont estimés à 620 ETP en 2018. Les emplois correspondant à la production d'énergie sont quant à eux estimés à 2 240 ETP.

La chute des emplois observée entre 2012 et 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 3 260 ETP en 2018.

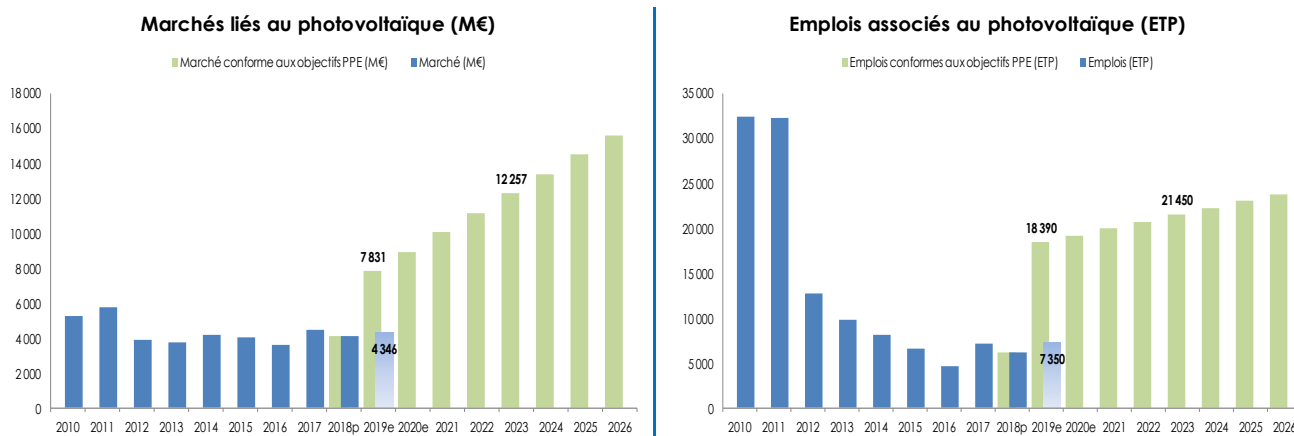
## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

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>7,0 GW</b>	<b>10,2 GW</b>	<b>20,1 GW</b>	<b>35,1 à 44,0 GW</b>

Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 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. Avec un parc raccordé de 8,9 GW en 2018 (SDES) et un rythme actuel de raccordement annuel de 0,8 GW entre 2013 et 2018 l'objectif moyen de la PPE en 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023) reste très ambitieux.



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir l'installation de 3,1 GW de nouveaux projets photovoltaïques chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés au solaire photovoltaïque est estimé à 7,8 Mds€ en 2019 et 12,3 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements (exportations comprises) s'élèveraient à 3,5 Mds€, et l'exploitation-maintenance à 8,8 Mds€. Les emplois atteindraient 21 450 ETP en 2023 : 15 390 ETP liés aux investissements et 6 060 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 la prévision 2019. Cette tendance est très en-dessous de la trajectoire PPE : 4,3 Mds€ et 7 350 ETP pour la tendance, 7,8 Mds€ et 18 390 ETP pour la trajectoire PPE. Selon le tableau de bord photovoltaïque du SDES, les nouveaux raccordements s'élèvent à moins de 1 GW en 2019, alors que l'atteinte de l'objectif moyen 2028 de la PPE nécessiterait le raccordement de 3,1 GW cette même année.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### 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).

(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.

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

# Résultats détaillés

## Marchés liés au photovoltaïque

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements</b>													
Equipements fabriqués en France	30	62	253	333	620	570	335	252	241	184	161	197	178
Importations des équipements	72	169	216	566	2 336	1 902	569	553	687	528	241	585	373
Installation, Études préalables	24	72	228	522	1 868	2 013	764	544	627	428	257	479	349
Distribution	0	0	113	364	1 100	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total des investissements</b>	<b>126</b>	<b>303</b>	<b>810</b>	<b>1 785</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>659</b>	<b>1 260</b>	<b>900</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	<b>100</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>3 177</b>	<b>3 234</b>
<b>Marché domestique</b>	<b>127</b>	<b>307</b>	<b>842</b>	<b>1 884</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>3 614</b>	<b>4 438</b>	<b>4 133</b>
<b>Exportations</b>													
Équipements	102	117	91	33	64	45	22	7	10	42	15	12	3
<b>Marché total</b>	<b>229</b>	<b>424</b>	<b>933</b>	<b>1 917</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>3 628</b>	<b>4 450</b>	<b>4 136</b>
<b>Production</b>	<b>157</b>	<b>255</b>	<b>717</b>	<b>1 351</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>3 387</b>	<b>3 865</b>	<b>3 763</b>

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

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

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

## Emplois associés au photovoltaïque

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	130	240	890	1 290	2 410	2 210	1 250	1 010	870	640	520	700	610
Installation	790	1 810	3 780	8 240	26 920	26 140	9 210	7 150	5 580	4 000	2 170	4 210	3 260
Études préalables	30	70	250	610	2 290	2 690	870	220	290	150	80	160	100
<b>Total</b>	<b>960</b>	<b>2 120</b>	<b>4 920</b>	<b>10 130</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>2 760</b>	<b>5 070</b>	<b>3 970</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>150</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>2 240</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>960</b>	<b>2 120</b>	<b>4 940</b>	<b>10 280</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>4 550</b>	<b>7 080</b>	<b>6 210</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>320</b>	<b>130</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>Total des emplois</b>	<b>1 400</b>	<b>2 570</b>	<b>5 260</b>	<b>10 410</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>4 590</b>	<b>7 120</b>	<b>6 210</b>

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

## Puissance et production d'énergie de la filière photovoltaïque

MW	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Puissance annuelle installée	15	37	105	285	1 111	1 781	866	744	982	862	492	1 056	791
Puissance annuelle raccordée	7	17	67	256	880	1 634	1 078	613	927	858	556	873	862
Puissance en service (parc)	40	67	156	397	1 472	2 971	3 815	4 794	5 776	6 638	7 130	8 186	8 977
Production d'énergie GWh	11,5	27,3	90,3	207,3	723,1	2 333,6	4 427,6	5 192,4	6 390,6	7 750,4	8 647,1	9 927,8	10 887,1

Source : Estimations IN NUMERI selon SDES, Tableau de bord du photovoltaïque

# 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, Tableau de bord PV	**
Prix (€/W)		SER ; SDES ADEME, Étude BIPS (2015) et Étude Coûts EnR&R (2019)	**
<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	***
Prix (M€/MW)		CRE, Délibérations sur les CSPE	***
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication des modules/cellules (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	ADEME (2015), Étude BIPS	**
Fabrication de matériel électrique (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	ESANE, NAF 27.12Z	**
Fabrication des 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	**

# 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 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 (entre <3 kW et 3-9 kW), grandes toitures et centrales au sol. Une correction est apportée aux données du SDES pour tenir compte des délais de raccordement. Les coûts unitaires par installation sont estimés à partir des données du SER, du SDES et de l'ADEME (BIPS 2015 et Coûts des EnR&R 2019).

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 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

+ 13 %

Evolution du marché  
2017-2018

13 % des emplois

des filières EnR&R étudiées

12 % des marchés

des filières EnR&R étudiées

## Points clés

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

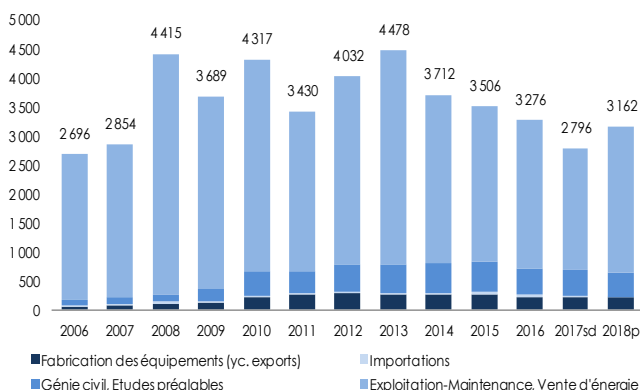
L'électricité d'origine hydraulique est la deuxième source de production d'électricité en France (derrière le nucléaire), avec 12,4 % de la production totale d'électricité en 2018. La production hydroélectrique varie fortement selon les conditions climatiques et la ressource en eau. En 2018, la production nette d'hydroélectricité augmente de 6,7 % par rapport à 2016.

En 2018, le marché de l'hydroélectricité s'élève à 3,2 Mds€, dont 2,5 Mds€ pour la production d'électricité (exploitation, maintenance, vente d'énergie). Le montant des investissements baisse de 708 M€ en 2016 à 646 M€ en 2018. La filière hydroélectrique représente 11 880 emplois en 2018, en hausse de 3 % par rapport à 2016.

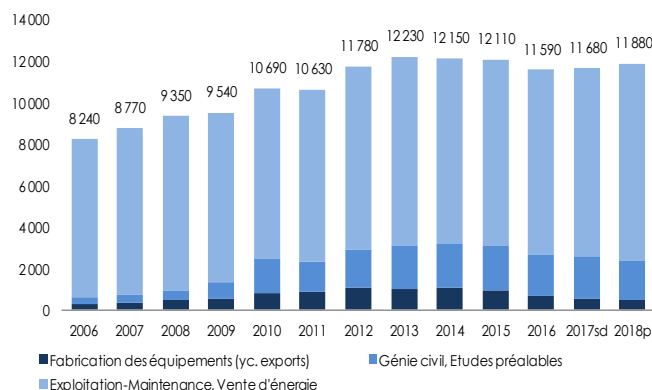
### Tendances observées 2016-2018

- Puissance totale raccordée (MW)** ➔
- Investissements domestiques (M€)** ➔
- Production nette d'électricité (GWh)** ➔
- Emplois de vente d'énergie et d'exploitation (ETP)** ➔
- Fabrication des équipements (M€)** ➔
- Emplois de fabrication des équipements (ETP)** ➔

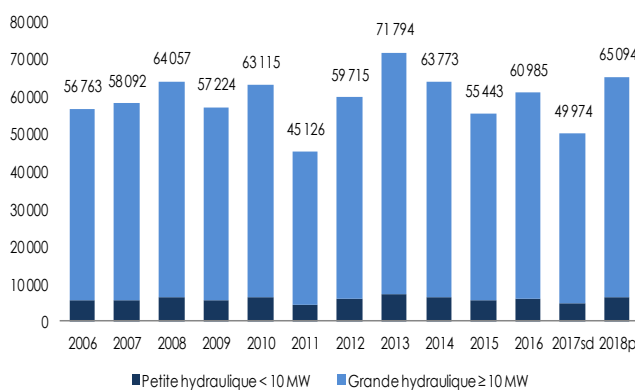
Marchés liés à l'hydroélectricité (M€)



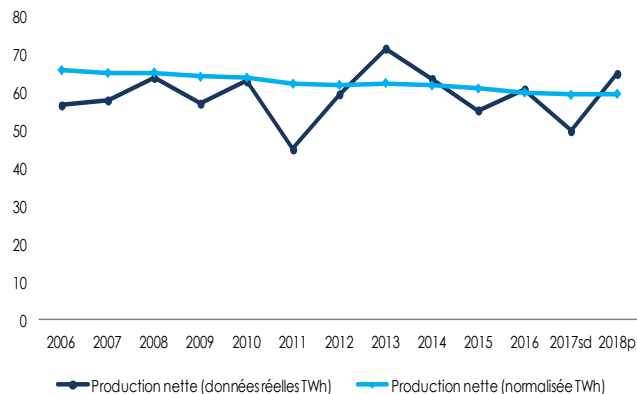
Emplois associés à l'hydroélectricité (ETP)



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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Équipement</b>	Fabrication de turbines hydrauliques
<b>Génie civil</b>	Construction et rénovation des barrages, Études techniques préalables
<b>Production d'énergie</b>	Vente d'électricité, exploitation, entretien et maintenance courante, vente d'électricité

## 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>16</sup>) prévoit notamment la possibilité de regrouper les concessions dans le cas d'aménagements hydrauliquement liés (par bassins), et de créer une nouvelle catégorie de sociétés d'économie mixte pour l'exploitation d'une concession hydroélectrique.

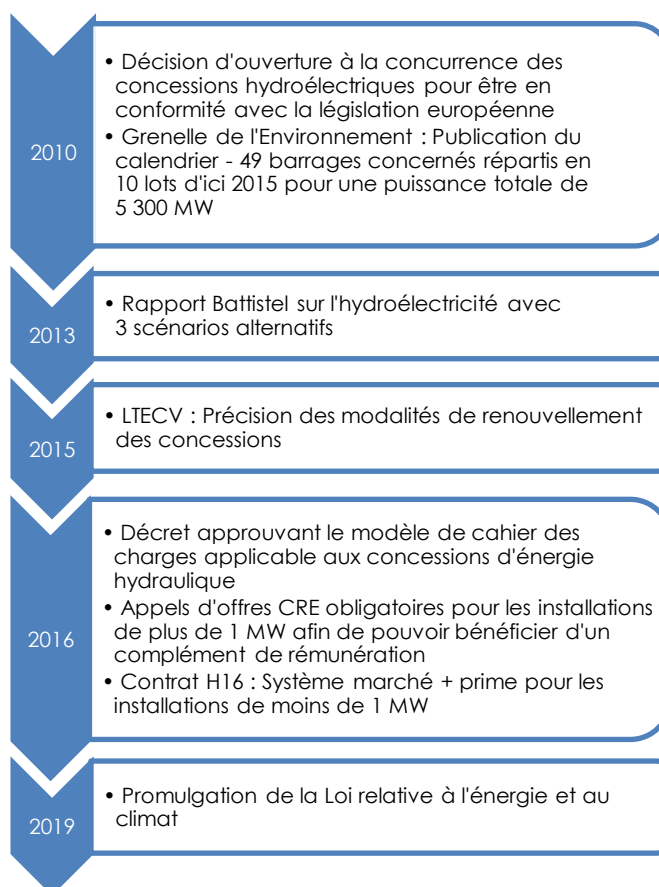
Promulguée en novembre 2019, la Loi relative à l'énergie et au climat<sup>17</sup> spécifie la nécessité d'encourager la production d'énergie hydroélectrique, notamment via la petite hydroélectricité, ainsi que la possibilité d'augmenter la puissance des installations concédées.

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

La Directive Cadre sur l'Eau (2000<sup>18</sup>) est transposée en droit français par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA 2006<sup>19</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 première 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. 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 deuxième liste comprend les cours d'eau dans 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 entretenu et exploité selon les règles fixées par l'autorité administrative. Cette disposition réduit le potentiel de développement de nouveaux projets de la filière.



<sup>16</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>17</sup> Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, Articles 1 et 43

<sup>18</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>19</sup> Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

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). 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 sur le débit réservé peut être discuté avec les services instructeurs validant les projets.

## Lancement des appels d'offre

La relance de la filière hydroélectrique passe non seulement par le développement des turbines de nouvelle génération pour la grande hydroélectricité qui permettraient d'accroître la puissance électrique des groupes de production (lors d'une opération de modernisation par exemple), mais aussi par des possibilités de suréquipement de certains aménagements existants. Sur ce dernier point, l'augmentation de puissance peut aller jusqu'à 30 %, 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.

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. Le dernier appel d'offres de la CRE, lancé en avril 2017, porte sur la réalisation et l'exploitation d'installations de petite hydroélectricité. Cet AO prévoit trois périodes annuelles et vise l'attribution d'un total de 105 MW de puissance hydroélectrique d'ici 2020. L'objectif visé de développer 35 MW de nouveaux projets par phase est atteint sur les deux premières périodes :

- 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 29 mai 2019) : 13 lauréats avec une puissance totale de 36,7 MW

La 3<sup>ème</sup> phase se déroule du 18 décembre 2019 au 31 janvier 2020.

## 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 contrat 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	Au fil de l'eau ou de basse chute
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 : DGEC (2018), Bureau des énergies renouvelables hydrauliques et marines, Mécanisme de soutien à l'hydroélectricité

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

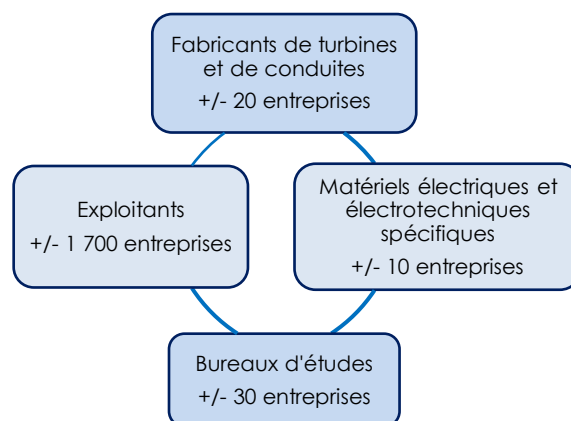
### France : 2<sup>ème</sup> producteur européen d'électricité d'origine hydraulique en 2018

- Selon l'IHA (International Hydropower Association), la puissance installée des barrages hydroélectriques dans le monde s'élève à 1 292 GW en 2018, l'équivalent de 4 200 TWh d'hydroélectricité produite.
- Après les « pays continents » (Chine, Brésil, États-Unis, Canada, Japon, Inde, 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 (32 GW). La puissance installée en France est de 26 GW.
- Concernant la petite hydroélectricité, l'Allemagne est le premier producteur européen avec une puissance installée de 5 355 MW, devant l'Italie (3 940 MW), l'Espagne (3 337 MW) et le Royaume-Uni (2 600 MW). La France possède le 5<sup>ème</sup> parc en petite hydroélectricité d'Europe (1 728 MW).

Source : EurObserv'ER (2019), Etat des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan

## 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 2013-14 des fabricants et fournisseurs de la filière hydroélectrique française* ; *Annuaire 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 GW en 2018, pour une production de 46,5 TWh (contre 36,8 TWh en 2017). 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 ; 500 M€ de 2007 à 2011) et RenouvEau (550 M€) comptent parmi les chantiers les plus importants<sup>20</sup>.
- **Engie (à travers sa filiale la SHEM)** : Malgré une faible hydraulité, la SHEM produit 1,8 TWh d'électricité en 2018 sur un parc de 783 MW. Les investissements de la compagnie s'élève à 43 M€ cette même année.
- **Compagnie Nationale du Rhône (CNR)** : Hors effectifs affectés à la navigation, la CNR emploie près de 1 370 salariés pour ses activités liées à l'hydroélectricité. La production hydroélectrique de la compagnie (hors petites centrales) est de 15,5 TWh en 2018 sur un parc de 3,9 GW.

**Petite hydroélectricité** : EDF exploite environ 200 petites centrales. La SHEM exploite une cinquantaine de centrales pour 163 MW installés. À côté de ces deux opérateurs, un millier de producteurs indépendants exploitent environ 1 780 MW de petites installations.

## Équipements et ingénierie marqués par la vente de la partie énergie d'Alstom fin 2015

### 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 2018, cette dernière affiche un CA de 209 M€, dont 82,7 % à l'exportation (essentiellement des services d'ingénierie et d'études). Elle emploie près de 850 salariés. En 2017, GE Hydro annonce l'arrêt de la fabrication des turbines hydrauliques sur son site de Grenoble. Le Centre de technologie, chargé de la R&D et des études hydrauliques, est cependant maintenu.

Parmi les fabricants de turbines, on peut également citer :

- Andritz Hydro (ex Bouvier Hydro) : CA de 29,3 M€ en 2018, dont 84,1 % lié à l'exportation ;
- MJ2 Technologies : spécialisée dans la petite ou très petite hydroélectricité. CA de 4,3 M€ en 2018 pour une trentaine de salariés ;
- Hydro Power Plant : fabricant de turbines hydroélectriques de 100 kW à 15 MW par groupe. CA de 5,9 M€ en 2018 pour une dizaine de salariés ;
- Mecamidi : CA de 2,1 M€ en 2017 pour vingt salariés. En 2015, Mecamidi signe un partenariat stratégique avec African Infrastructure Investment Managers (AIIM). L'objectif est de développer un pipeline de centrales hydroélectriques à travers l'Afrique. Avec un investissement de 500 M\$, ce projet porte sur la construction et l'exploitation de 15 installations d'une capacité totale de 200 MW à horizon 2020.

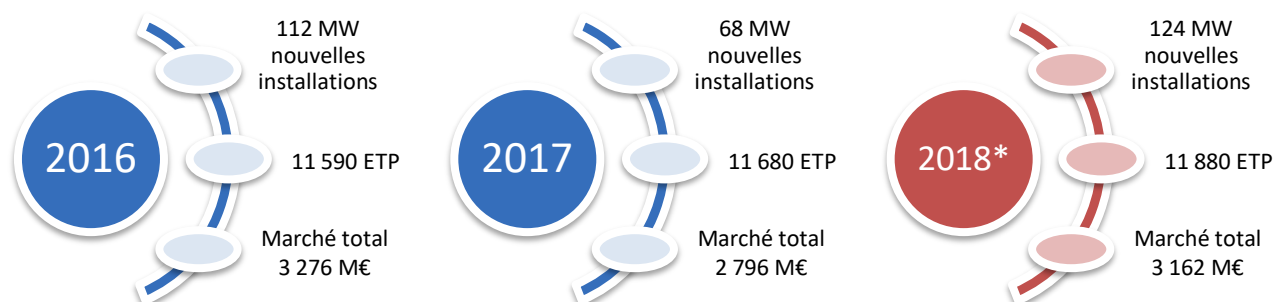
<sup>20</sup> On peut citer d'autres projets de développement d'ampleur, telle que la nouvelle usine de la centrale STEP de la Coche (inaugurée en 2019 pour un investissement de 150 M€) ou la nouvelle usine de Romanche-Gavet (en voie de réalisation).

## Bureaux d'études

Dans l'ingénierie, Artelia réalise 550 M€ de CA en 2018, dont près de 20 % pour l'eau et l'environnement. 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>21</sup>. Plusieurs bureaux d'études se spécialisent dans l'accompagnement de projets de cette filière : ISL Ingénierie (CA de 11 M€ et une centaine de salariés en 2018), Hydréole, Consult Hydro, Jacquel et Chatillon entre autres.

## Situation du marché et de l'emploi



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

## Hausse de la production d'électricité hydraulique en 2018

L'année 2013 avait marqué un pic de production (71,8 TWh en données réelles). Après une baisse de 18 % entre 2016 (61 TWh) et 2017 (50 TWh), la production hydroélectrique augmente à 65 TWh en 2018. Quant à la production normalisée, obtenue par lissage sur 15 ans, elle montre une baisse tendancielle de 0,8 % par an, et cela malgré les travaux de rénovation engagés.

La valeur des ventes d'électricité suit l'évolution de la production hydroélectrique et s'élève à 2,5 Mds€ en 2018, contre 2,1 Mds€ en 2017 et 2,6 Mds€ en 2016.

Les ventes issues de la petite hydroélectricité s'élèvent à 444,7 M€ en 2016 (avec un coût d'achat retenu par la CRE de 74,7 €/MWh), 381,0 M€ en 2017 (coût d'achat de 78,1 €/MWh) et 483,5 M€ en 2018 (coût d'achat de 76,1 €/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 1 539,2 M€ en 2016 (pour 39,6 TWh produits), 1 288,8 M€ en 2017 (pour 33,4 TWh) et 1 502,6 M€ en 2018 (pour 43,2 TWh). Le prix retenu tient compte des productions respectives en base et en pointe, ainsi que du différentiel de prix entre les deux marchés.

La production de la CNR affiche également une baisse en 2017 (11,7 TWh, contre 15,4 TWh en 2016), avant d'augmenter à 15,5 TWh en 2018. La valeur de production de la CNR passe ainsi de 584 M€ en 2016 à 443 M€ en 2017 et 530 M€ en 2018.

## Investissements de 646 millions d'euros en 2018 ...

Les investissements dans la filière hydroélectrique sont principalement consacrés aux rénovations et à la modernisation du parc existant. En hausse depuis 2006, les investissements (exportations comprises) reculent en moyenne de 4 % par an entre 2016 (708 M€) et 2018 (646 M€). Ces investissements permettent l'installation de 20 MW en 2016, 68 MW en 2017 et 124 MW en 2018.

Les investissements dans la petite hydroélectricité sont estimés sur la base d'une augmentation de puissance de 15 MW par an, pour une valeur de 45 M€. Pour la grande hydroélectricité, ils sont évalués à partir des programmes d'investissement connus d'EDF, Engie (via la SHEM) et la CNR.

## ... Pour 2 420 emplois

En 2018, 2 420 emplois sont associés à ces investissements, dont 1 950 ETP pour le génie civil (construction et installation, études préalables comprises), et 470 ETP pour la fabrication des équipements (dont 110 ETP pour les équipements destinés à l'export). Ces emplois suivent la tendance des investissements, en baisse moyenne annuelle de 4 % entre 2016 (2 650 ETP) et 2018.

## Près de 80 % des emplois de la filière hydroélectrique dans la production d'énergie

<sup>21</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, mini-centrale pour une puissance comprise entre 500 kW et 2 000 kW, micro centrale pour une puissance comprise entre 20 et 500 kW, et pico-centrale pour une puissance inférieure à 20 kW.



Les emplois liés à l'exploitation-maintenance des barrages et à la vente d'électricité (yc. maintenance courante, hors ingénierie) sont estimés à 9 470 ETP en 2018 (2 200 ETP dans la petite hydroélectricité et 7 260 ETP dans la grande hydroélectricité). Ces emplois sont principalement des emplois d'EDF et restent stables. Ces emplois augmentent en moyenne de 3 % par an entre 2016 (8 940 ETP) et 2018.

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

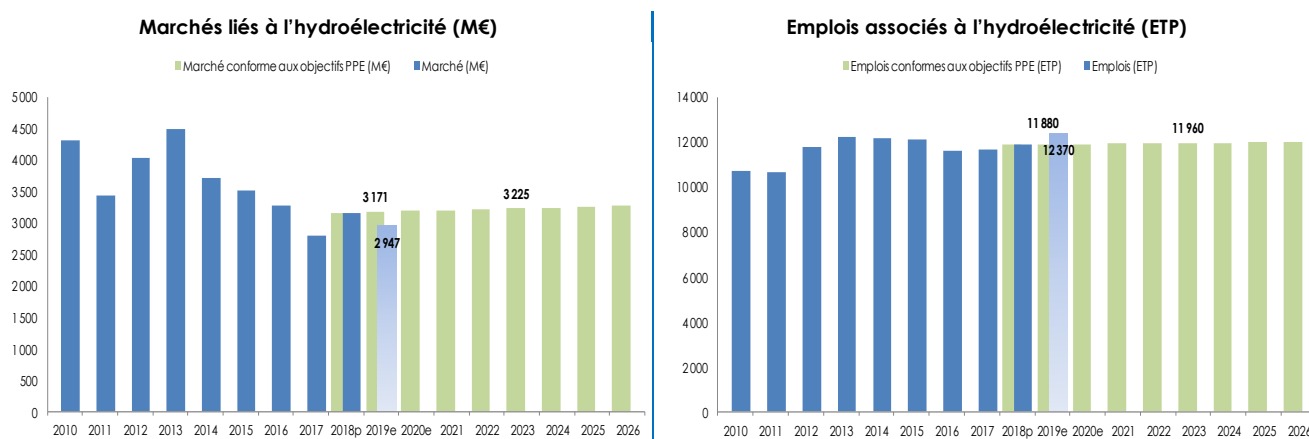
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement du parc hydroélectrique (hors STEP<sup>22</sup>) à horizon 2023 et 2028. Ces objectifs représentent une hausse de la production hydroélectrique de 3 à 4 TWh d'ici 2028, dont environ 60 % par l'optimisation des aménagements existants.

Capacités installées de production d'hydroélectricité (GW)

2016	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
25,6 GW	25,7 GW	26,4 GW	26,7 GW

Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 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 26,5 TW et une augmentation moyenne de la production hydroélectrique de 3,5 TWh d'ici 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023).



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir l'installation de plus de 100 MW de nouvelles capacités par an et une production nette normalisée de 0,4 TWh chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés à l'hydroélectricité est estimé à 3 171 M€ en 2019 et 3 225 M€ en 2023. En 2023, l'exploitation-maintenance représentent 80 % du marché, avec 2 583 M€, les investissements étant estimé à 642 M€. Les emplois atteindraient 11 960 ETP en 2023 : 2 400 ETP liés aux investissements et 9 560 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 la prévision 2019. Cette tendance est très proche de la trajectoire PPE : 2 947 M€ et 12 370 ETP pour la tendance, 3 171 M€ et 11 880 ETP pour la trajectoire PPE.

<sup>22</sup> Stations de transfert d'Énergie par Pompage

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### 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 ;
- Lancer 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.

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.*

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

# Résultats détaillés

## Marchés liés à l'hydroélectricité

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	17	7	18	61	147	131	174	186	190	183	160	170	162
Importations des équipements	23	43	33	27	28	33	26	30	27	36	31	21	18
Construction des infrastructures	95	117	119	205	410	382	468	504	507	513	445	447	419
<b>Total des investissements</b>	<b>136</b>	<b>167</b>	<b>171</b>	<b>293</b>	<b>586</b>	<b>546</b>	<b>669</b>	<b>720</b>	<b>724</b>	<b>733</b>	<b>636</b>	<b>639</b>	<b>598</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>2 515</b>	<b>2 624</b>	<b>4 153</b>	<b>3 337</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>2 516</b>
<b>Marché domestique *</b>	<b>2 651</b>	<b>2 791</b>	<b>4 324</b>	<b>3 630</b>	<b>4 239</b>	<b>3 304</b>	<b>3 915</b>	<b>4 406</b>	<b>3 636</b>	<b>3 415</b>	<b>3 204</b>	<b>2 752</b>	<b>3 114</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	45	63	91	58	78	126	117	72	76	91	72	44	48
<b>Marché total **</b>	<b>2 696</b>	<b>2 854</b>	<b>4 415</b>	<b>3 689</b>	<b>4 317</b>	<b>3 430</b>	<b>4 032</b>	<b>4 478</b>	<b>3 712</b>	<b>3 506</b>	<b>3 276</b>	<b>2 796</b>	<b>3 162</b>
<b>Production **</b>	<b>2 672</b>	<b>2 811</b>	<b>4 382</b>	<b>3 661</b>	<b>4 289</b>	<b>3 397</b>	<b>4 006</b>	<b>4 448</b>	<b>3 685</b>	<b>3 469</b>	<b>3 245</b>	<b>2 775</b>	<b>3 145</b>

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

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

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

## Emplois associés à l'hydroélectricité

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	80	30	90	270	530	440	640	740	750	630	470	440	360
Construction et installation	350	430	460	810	1 650	1 480	1 850	2 080	2 120	2 210	1 970	2 030	1 950
<b>Total</b>	<b>430</b>	<b>460</b>	<b>550</b>	<b>1 080</b>	<b>2 170</b>	<b>1 920</b>	<b>2 490</b>	<b>2 820</b>	<b>2 870</b>	<b>2 840</b>	<b>2 440</b>	<b>2 460</b>	<b>2 310</b>
<b>Liés à la maintenance-vente d'énergie</b>	<b>7 610</b>	<b>8 020</b>	<b>8 380</b>	<b>8 200</b>	<b>8 230</b>	<b>8 290</b>	<b>8 860</b>	<b>9 120</b>	<b>8 980</b>	<b>8 960</b>	<b>8 940</b>	<b>9 110</b>	<b>9 470</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>8 040</b>	<b>8 480</b>	<b>8 920</b>	<b>9 280</b>	<b>10 410</b>	<b>10 210</b>	<b>11 350</b>	<b>11 940</b>	<b>11 850</b>	<b>11 800</b>	<b>11 380</b>	<b>11 570</b>	<b>11 770</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>200</b>	<b>290</b>	<b>420</b>	<b>260</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>Total des emplois</b>	<b>8 240</b>	<b>8 770</b>	<b>9 350</b>	<b>9 540</b>	<b>10 690</b>	<b>10 630</b>	<b>11 780</b>	<b>12 230</b>	<b>12 150</b>	<b>12 110</b>	<b>11 590</b>	<b>11 680</b>	<b>11 880</b>

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

## Puissance et production d'énergie de la filière hydroélectrique

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018p
<b>Nouvelle puissance installée (MW)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>95</b>	<b>44</b>	<b>75</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>68</b>	<b>124</b>
<b>Parc en fin d'année (MW)*</b>	<b>25 358</b>	<b>25 609</b>	<b>25 581</b>	<b>25 688</b>	<b>25 516</b>	<b>25 516</b>	<b>25 504</b>	<b>25 520</b>	<b>25 527</b>	<b>25 537</b>	<b>25 586</b>	<b>25 634</b>	<b>25 627</b>
dont petite hydroélectricité	2 043	2 069	2 100	2 102	2 117	2 132	2 147	2 162	2 177	2 192	2 207	2 222	2 237
<b>Production nette réelle (TWh)</b>	<b>56,8</b>	<b>58,1</b>	<b>64,1</b>	<b>57,2</b>	<b>63,1</b>	<b>45,1</b>	<b>59,7</b>	<b>71,8</b>	<b>63,8</b>	<b>55,4</b>	<b>61,0</b>	<b>50,0</b>	<b>65,1</b>
dont petite hydroélectricité	5,6	5,6	6,5	5,6	6,2	4,4	5,8	7,0	6,2	5,4	6,0	4,9	6,4
<b>Production nette normalisée (TWh)</b>	<b>66,1</b>	<b>65,3</b>	<b>65,4</b>	<b>64,3</b>	<b>64,1</b>	<b>62,5</b>	<b>62,1</b>	<b>62,7</b>	<b>62,0</b>	<b>61,2</b>	<b>60,1</b>	<b>59,5</b>	<b>59,8</b>

(\*) 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

**Note :** Suite à une amélioration des prix unitaires moyens de vente (€/MWh) de la CNR à partir de 2012, ainsi que du parc en petite hydroélectricité d'EDF à partir de 2014, 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>Marché intérieur (M€)</b>			
Petite hydro <10 MW	Nouvelles puissance x Prix		
Prix unitaire moyen (M€/MW)	3 M€/MW	GPAE ; FHE <sup>23</sup> ; ADEME <sup>24</sup>	**
Nouvelles puissances (MW)	15 MW par an	Estimation selon SDES	**
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 hydraulique (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)	**

<sup>23</sup> Syndicat national de la petite hydroélectricité, Présentation France Hydro Électricité, 3<sup>ème</sup> rencontre de l'hydroélectricité en Bourgogne Franche-Comté

<sup>24</sup> ADEME (2020), Guide à destination des porteurs de projets « Hydroélectricité – Réhabiliter ou optimiser un site ; Montage juridique et financier », Edition 2019-2020

# Méthode générale d'évaluation

La fiche porte sur l'évaluation des marchés liés au développement de l'hydroélectricité en France. Ces marchés sont :

- Le marché lié aux investissements domestiques : fabrication et installation des équipements, construction et rénovation des centrales, études techniques préalables et ingénierie ;
- Le marché lié à la vente d'hydroélectricité et aux services marchands de maintenance et d'exploitation des centrales.

Pour chacune des composantes de marchés, les évaluations portent à la fois sur le niveau d'activité (M€) et sur les emplois directs associés (ETP).

## 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, ainsi que des coûts moyens issus des rapports du Groupement des Producteurs Autonomes d'Électricité hydraulique (GPAE), 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 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 de la 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 hydrauliques. Les **investissements** correspondent aux dépenses en fabrication et installation des équipements, en construction des centrales hydrauliques, et en études techniques préalables et ingénierie. Les investissements sont valorisés au prix de fabrication ou prix de douane.

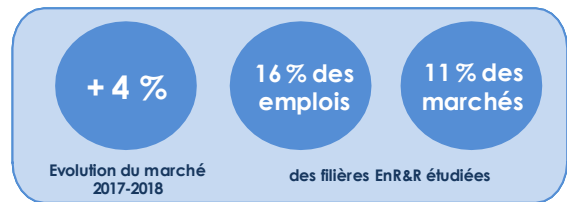
# 4. Bois domestique

## Points clés

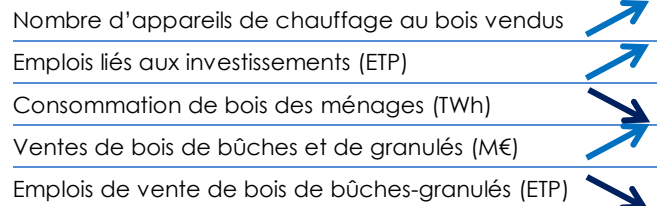
### Hausse des ventes d'appareils de chauffage entre 2016 et 2018

Après une baisse des ventes des appareils domestiques de chauffage au bois jusqu'en 2016 (346 070 appareils) suite à la baisse du prix du baril de pétrole et à la succession d'hivers doux, ces dernières augmentent de 11 % en 2017 (384 610 appareils), avant de baisser légèrement de 1 % en 2018 (378 980 appareils).

En 2018, le marché des appareils domestiques de chauffage au bois s'élève à 3,1 Mds€, en hausse de 8 % par rapport à 2016. La valeur du bois marchand (bois de bûches et granulés) représente 66 % du marché total.

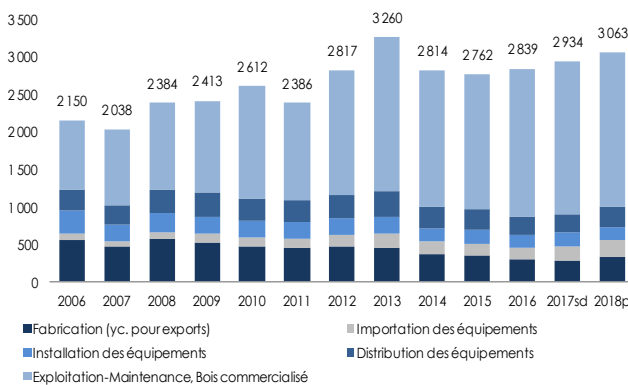


### Tendances observées 2016-2018

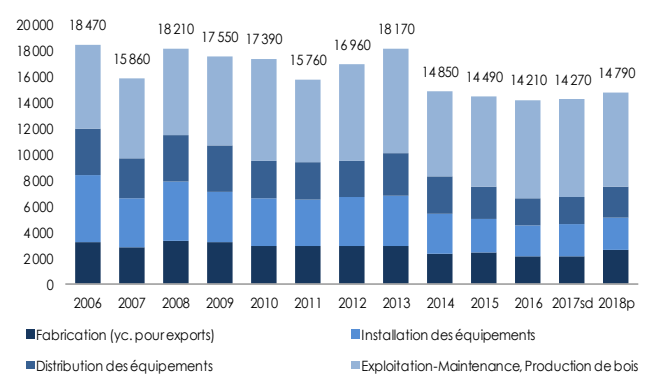


En 2018, les emplois associés s'élèvent à 14 790 ETP. Parmi ces emplois, 7 000 ETP concerne la production de bois domestique commercialisé, 290 ETP la maintenance des appareils, et 7 500 ETP la fabrication (y.c destinée à l'export), la distribution et la pose des appareils.

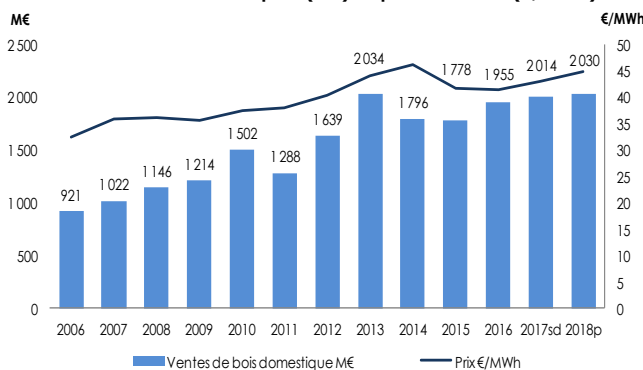
Marchés liés au bois domestique (M€)



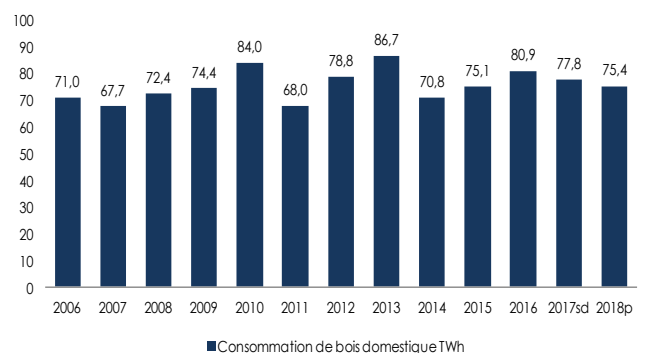
Emplois associés au bois domestiques (ETP)



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



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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, 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 bûches et de granulés marchands (en circuits professionnels ou circuits courts) pour les particuliers
<b>Maintenance</b>	Entretien et réparation des appareils

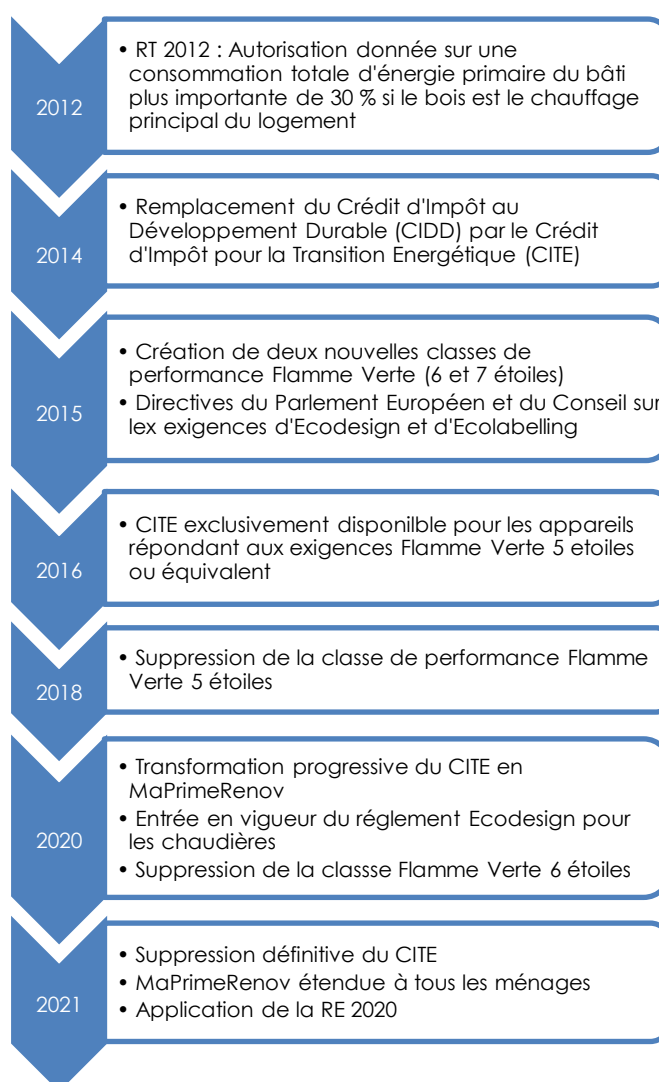
## Contexte réglementaire

### MaPrimeRenov : Remplaçant du CITE

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRenov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et les ménages modestes. Jusqu'à la suppression définitive du CITE en 2021, cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah). La transformation intégrale du CITE en cette nouvelle aide est réalisée en deux temps.

- Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2020 : versement des premières aides aux ménages les plus modestes à partir du mois d'avril. Les ménages non éligibles à MaPrimeRenov bénéficieront, sous certaines conditions, d'un CITE transitoire jusqu'au 31 décembre 2020. Le CITE 2020 s'adresse seulement aux propriétaires réalisant des travaux d'économie d'énergie en 2020 pour leur habitation principale. Le montant du CITE 2020 ne se calcule plus en fonction d'un pourcentage du montant des dépenses éligibles (30 % pour les appareils de chauffage au bois répondant aux exigences du label Flamme Verte, sans obligation de réaliser un bouquet de rénovation). Il est dorénavant déterminé selon un forfait par type de travaux sans pouvoir dépasser 75 % de la dépense effectuée. Sur une période de 5 ans (du 1<sup>er</sup> janvier 2016 au 31 décembre 2020), les dépenses sont plafonnées à 2 400 € pour une personne et 4 800 € pour un couple soumis à une imposition commune. Le montant du CITE 2020 est de 1 500 € pour les poêles et cuisinières à granulés et 1 000 € pour celles à bûches.
- Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le CITE sera définitivement supprimé et MaPrimeRenov sera étendu à tous les ménages (à l'exception des plus aisés des déciles 9 et 10).

Le CITE 2020 est cumulable avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %) pour l'installation des appareils individuels de chauffage au bois éligibles au CITE.



### Qualité de l'air : exigences réglementaires et aides possibles

Divers plans visant la réduction des émissions et concentrations en polluants atmosphériques intègrent des actions sur le chauffage individuel au bois. C'est le cas notamment du Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), ainsi que de certains Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) et Plans Climat-Air-Energie Territoriaux (PCAET), tous deux définis à une échelle locale.

Le PREPA intègre des actions pour réduire les émissions dues aux appareils individuels de chauffage, dont une action de soutien au renouvellement des appareils par des modèles plus récents (avec le soutien de l'ADEME dans le cadre des Fonds Air Bois) et une action de sensibilisation aux bonnes pratiques d'utilisation de ces appareils.

Au niveau local, en fonction du contexte des territoires, des actions vers le chauffage domestique au bois peuvent également être intégrées dans les PPA. Il peut s'agir de mesures d'accompagnement (soutien via les Fonds Air Bois, actions sur les bonnes pratiques), voire réglementaires (interdiction d'utilisation de certains types d'appareils peu performants).

Mis en place avec le soutien financier de l'ADEME, les Fonds Air Bois visent à aider les particuliers au renouvellement d'appareils datant d'avant 2002 ou de foyers ouverts, qui doivent être remplacés par des appareils « Flamme Verte 7 » ou équivalent. Actuellement, 13 territoires mettent en place une telle aide. Trois autres territoires seront peut-être encore accompagnés par l'ADEME avant l'arrêt du soutien de l'Agence à ce dispositif.

## Directives européennes favorisant les appareils performants

Deux directives européennes relatives à l'« Écoconception – Écodesign » et à l'« Étiquetage énergétique – Écolabelling » des chaudières à combustibles solides de moins de 500 kW et des appareils de chauffage indépendants au bois sont votés. Ces deux directives favorisent la fabrication et la vente d'équipements de chauffage performants sur le plan de l'efficacité énergétique et de la qualité de l'air. La directive Écoconception est applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020 pour les chaudières. Elle deviendra applicable pour les poêles et les inserts à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2022.

## Label « Qualibois Air » : un label 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 Qualit'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 1<sup>er</sup> janvier 2019, l'association regroupe 4 100 entreprises qualifiées Qualibois Air et 2 780 entreprises qualifiées Qualibois Eau. On note également la mise en œuvre de la directive européenne sur l'obligation de formation et de certification en matière d'installation de systèmes d'EnR.

### 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 1,2 Mds€ en 2018. Avec 141,5 M€, le marché français est le 2<sup>ème</sup> marché européen, derrière l'Italie (322,7 M€) et devant l'Espagne (77,3 M€).

# Les acteurs de la filière bois domestique

## Fabrication des appareils de chauffage au bois : +/- 70 entreprises

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, SUPRA (racheté par l'espagnol Taurus en 2020) et SA Godin. En 2018, les deux premières affichent un CA global de 74,8 M€ pour près de 410 salariés. Selon le dernier bilan de SA Godin en 2016, le CA de l'entreprise s'élevait à 23,9 M€ pour plus de 240 salariés. Compte tenu des difficultés observées entre 2014 et 2015, des regroupements étaient attendus. Deville, entreprise spécialisée dans la fabrication de poêles à bois, est rachetée par Invicta Group en 2016.

## Industries connexes à la fabrication d'appareils

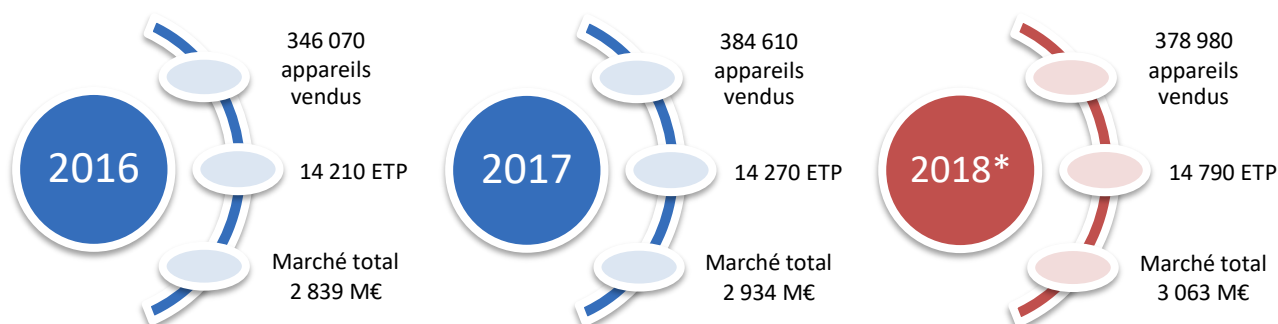
Bien que les plus grands fabricants aient intégré l'activité de fonderie, certains font appel à des sous-traitants pour la fabrication des corps de chauffe en fonte. Les principales entreprises intervenantes sont La Fonte Ardennaise (CA de 134,5 M€ en 2018 et 765 salariés) et la Fonderie de Niederbronn (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 2018, 24 % de la distribution des appareils de chauffage au bois est effectuée par les grandes surfaces de bricolage (Bricorama, Leroy Merlin). Le reste des ventes est réalisé par des installateurs (51 %), des grossistes (25 %) et des ventes directes (1 %). Les réseaux d'installateurs augmentent, notamment grâce au segment des poêles, des foyers et des inserts. Il en est de même pour les ventes par grossistes (+47 % par rapport à 2017 ; Observ'ER).

## Situation du marché et de l'emploi



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

### Baisse des ventes d'appareils de chauffage au bois en 2018

Après une reprise des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois en 2017 (+11 % par rapport à 2016), ces ventes reculent légèrement de 1 % en 2018 et représentent 378 980 unités vendues. La baisse des ventes en 2018 concerne les foyers fermés et les inserts (-12 % par rapport à 2017) les cuisinières (-3 %). Les ventes de chaudières et des poêles à bûches augmentent respectivement de 10 % et 1 % sur la même période.

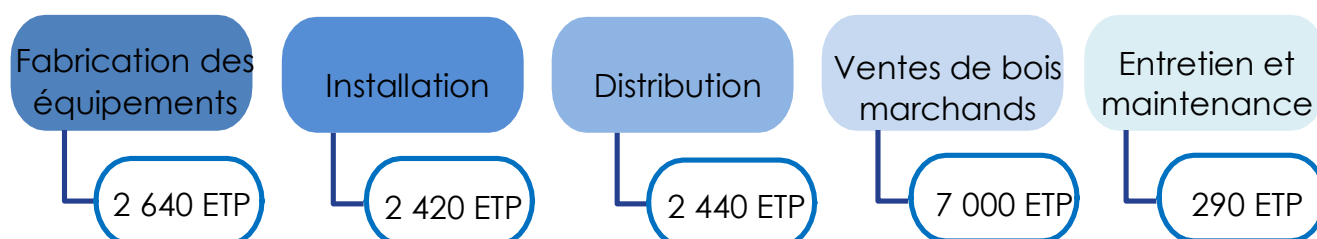
Les investissements (y compris pour les exportations) augmentent en moyenne de 8 % par an entre 2016 (860 M€) et 2018 (1 005 M€). En 2018, la fabrication française d'appareils domestiques de chauffage au bois s'élève à 335 M€, dont 300 M€ pour le marché intérieur et 35 M€ pour les exportations. Cette même année, le chiffre d'affaire associé à l'installation est de 179 M€ et celui de la distribution de 273 M€.

### Davantage de poêles à granulés et à bûches que de foyers fermés et d'inserts

Les poêles à granulés et à bûches représentent 77 % du nombre d'appareils de chauffage au bois vendus en France en 2018, contre 39 % en 2006. Cette progression se fait au détriment des foyers fermés et des inserts, dont la chute se poursuit : 71 360 unités vendues en 2018, contre 281 565 en 2006.

Observ'ER estime le nombre d'appareils posés dans l'habitat neuf à plus de 54 590 unités en 2018, soit 15 % des ventes totales. La baisse du taux d'appareils posés dans le neuf, très en recul par rapport à 2012 (31 %), s'explique par une certaine saturation du marché et un recul de la mise en chantier des logements individuels.

### Baisse des emplois liés à la vente de bois marchands en 2018



En 2018, les emplois de fabrication des appareils de chauffage au bois sont répartis entre la fabrication pour le marché intérieur (2 370 ETP) et celle destinée à l'exportation (270 ETP). Les emplois de distribution et de pose des appareils s'élèvent à 4 860 ETP.

Parallèlement, le marché associé à la consommation de bois marchands des ménages augmente de 2 % par an en moyenne entre 2016 (1 955 M€) et 2018 (2 030 M€). En 2018, cette consommation se répartie entre 1,7 Mds€ pour le bois de bûche et 0,3 Mds€ pour les granulés. Malgré cela, les emplois associés diminuent en moyenne de 3 % par an et passent de 7 370 ETP en 2016 à 7 000 ETP en 2018 (la productivité étant stable sur cette période).

Le parc des appareils de chauffage au bois augmente en moyenne de 7 % par an entre 2016 (5 millions d'unités) et 2018 (5,8 millions d'unités). Par conséquent, les emplois de maintenance augmentent également, passant de 260 ETP en 2016 à 290 ETP en 2018.

### Consommation de bois domestique dépendante du climat

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 tendancielles 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 s'élève à 77,8 TWh en 2017 et 75,4 TWh en 2018 (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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Indice de rigueur climatique	0,99	0,91	0,99	1,01	1,17	0,84	1,00	1,10	0,82	0,90	1,00	0,95	0,90
Évolution de l'indice de rigueur	-5%	-8%	8%	2%	16%	-28%	20%	9%	-26%	10%	12%	-5%	-5%
Évolution de la consommation de bois (TWh)	-8%	-5%	7%	3%	13%	-19%	16%	10%	-18%	6%	8%	-4%	-3%

Source : SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

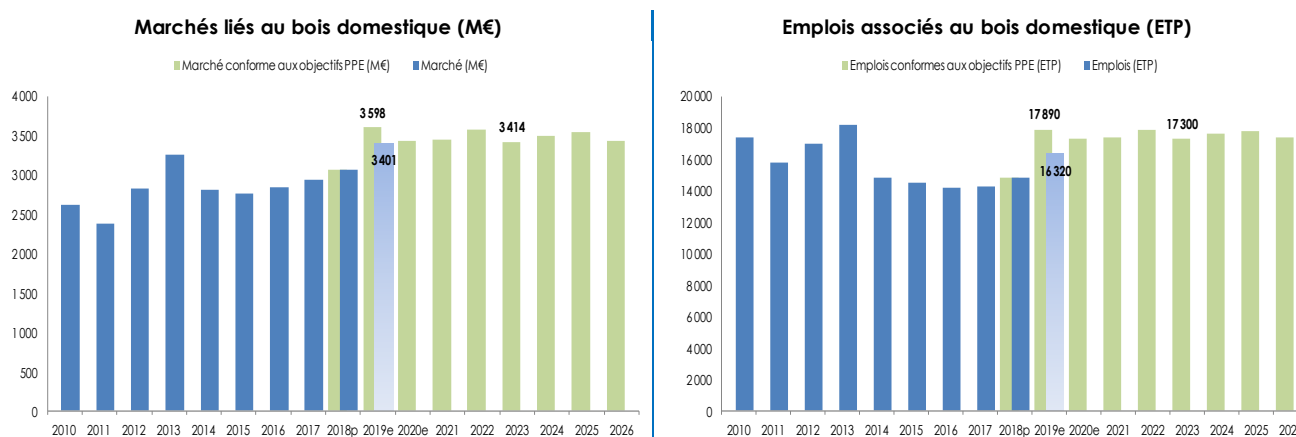
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur à partir de biomasse solide. Ces objectifs sont mis en perspective avec les évolutions climatiques.

### Production de chaleur à partir de biomasse solide 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 et Solidaire, 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. Aujourd'hui, avec un parc de 5,8 millions d'appareils domestiques de chauffage au bois en 2018 et un rythme moyen de 447 000 appareils vendus par an, l'objectif moyen de la PPE en 2028 (sans considération de l'objectif intermédiaire 2023) semble réaliste.



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

Pour atteindre l'objectif moyen 2028, on suppose l'installation de plus de 494 000 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 3,6 Mds€ en 2019 et 3,4 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 1,3 Mds€, le bois marchand 2,1 Mds€, et l'entretien-maintenance des appareils 38 M€. Les emplois atteindraient 17 300 ETP en 2023 : 9 810 ETP liés aux investissements, 7 100 ETP à la vente du bois marchands, et 400 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 la prévision 2019. Même si inférieure, cette tendance reste proche de la trajectoire PPE : 3,4 Mds€ et 16 320 ETP pour la tendance, 3,6 Mds€ et 17 890 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### Perspectives positives de la filière à moyen terme

Les perspectives du secteur sont positives à moyen terme, compte tenu des objectifs affichés par la PPE et de la hausse prévue des prix des énergies fossiles.



Dans le résidentiel, les efforts de R&D se poursuivent autour de la performance des appareils à très faibles émissions (particules entre autres). Pour les chaudières individuelles, le développement de solutions couplées à d'autres énergies renouvelables fait l'objet d'un projet R&D financé par l'ADEME.

### 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).

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.*

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

# Résultats détaillés

## Marchés liés aux appareils domestiques de chauffage au bois

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	485	403	501	468	408	395	406	396	322	317	270	251	300
Equipements Importés	79	68	80	110	125	117	154	194	173	154	158	186	219
Installation des équipements	301	218	267	232	214	216	223	229	170	182	164	179	179
Distribution	283	251	307	317	291	296	320	337	289	270	234	243	273
<b>Total des investissements</b>	<b>1 148</b>	<b>940</b>	<b>1 156</b>	<b>1 127</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>971</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Bois marchands</b>	<b>923</b>	<b>1 026</b>	<b>1 153</b>	<b>1 223</b>	<b>1 514</b>	<b>1 301</b>	<b>1 655</b>	<b>2 052</b>	<b>1 817</b>	<b>1 801</b>	<b>1 979</b>	<b>2 040</b>	<b>2 057</b>
<b>Marché domestique *</b>	<b>2 072</b>	<b>1 966</b>	<b>2 309</b>	<b>2 350</b>	<b>2 551</b>	<b>2 325</b>	<b>2 759</b>	<b>3 208</b>	<b>2 770</b>	<b>2 725</b>	<b>2 805</b>	<b>2 898</b>	<b>3 028</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	78	72	74	63	62	60	59	52	44	37	34	35	35
<b>Marché total **</b>	<b>2 150</b>	<b>2 038</b>	<b>2 384</b>	<b>2 413</b>	<b>2 612</b>	<b>2 386</b>	<b>2 817</b>	<b>3 260</b>	<b>2 814</b>	<b>2 762</b>	<b>2 839</b>	<b>2 934</b>	<b>3 063</b>
<b>Production **</b>	<b>2 070</b>	<b>1 970</b>	<b>2 304</b>	<b>2 304</b>	<b>2 488</b>	<b>2 269</b>	<b>2 664</b>	<b>3 067</b>	<b>2 642</b>	<b>2 608</b>	<b>2 682</b>	<b>2 748</b>	<b>2 844</b>

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

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

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

## Emplois associés aux appareils domestiques de chauffage au bois

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	2 810	2 400	2 930	2 820	2 570	2 530	2 560	2 550	2 070	2 140	1 930	1 880	2 370
Installation des équipements	5 180	3 760	4 550	3 890	3 640	3 640	3 730	3 860	3 020	2 600	2 330	2 420	2 420
Distribution	3 590	3 080	3 620	3 590	2 930	2 860	2 860	3 310	2 880	2 550	2 090	2 170	2 440
<b>Total</b>	<b>11 580</b>	<b>9 250</b>	<b>11 100</b>	<b>10 300</b>	<b>9 150</b>	<b>9 030</b>	<b>9 150</b>	<b>9 730</b>	<b>7 980</b>	<b>7 290</b>	<b>6 340</b>	<b>6 470</b>	<b>7 230</b>
<b>Liés à la maintenance, bois marchands</b>	<b>6 440</b>	<b>6 190</b>	<b>6 670</b>	<b>6 870</b>	<b>7 850</b>	<b>6 340</b>	<b>7 430</b>	<b>8 110</b>	<b>6 590</b>	<b>6 950</b>	<b>7 620</b>	<b>7 530</b>	<b>7 290</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>18 020</b>	<b>15 430</b>	<b>17 770</b>	<b>17 170</b>	<b>17 000</b>	<b>15 370</b>	<b>16 580</b>	<b>17 830</b>	<b>14 570</b>	<b>14 230</b>	<b>13 970</b>	<b>14 000</b>	<b>14 510</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>450</b>	<b>430</b>	<b>430</b>	<b>380</b>	<b>390</b>	<b>390</b>	<b>370</b>	<b>340</b>	<b>280</b>	<b>250</b>	<b>240</b>	<b>270</b>	<b>270</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>18 470</b>	<b>15 860</b>	<b>18 210</b>	<b>17 550</b>	<b>17 390</b>	<b>15 760</b>	<b>16 960</b>	<b>18 170</b>	<b>14 850</b>	<b>14 490</b>	<b>14 210</b>	<b>14 270</b>	<b>14 790</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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Foyers fermés et inserts	282	218	238	194	180	180	157	152	121	98	81	81	71
Poêles	205	188	217	255	259	263	307	350	294	266	251	288	291
Chaudières	28	15	27	21	17	17	19	21	14	11	10	11	12
Cuisinières	14	11	11	10	8	7	7	6	5	5	4	5	4
<b>Ventes annuelles</b>	<b>529</b>	<b>432</b>	<b>493</b>	<b>480</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>Conso de bois des ménages TWh</b>	<b>71,0</b>	<b>67,7</b>	<b>72,4</b>	<b>74,4</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>75,4</b>

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

## 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 2017 : 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 marchands (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>	Spécifique aux chaudières à bois	ADEME, Étude sur le chauffage au bois INSEE, IPC (IdBank 1764637)	**
<b>Prix du bois combustible (€/tonne et €/stère)</b>		2006 à 2017 : SDES, Base Pégase 2018 : ADEME (2018 <sup>25</sup> )	***
<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	**

<sup>25</sup> ADEME (2018), Enquête sur les prix des combustibles bois pour le chauffage domestique en 2017-218

# 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 2012 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 2017, NAF 43.22B). On garde le même ratio 2017 pour l'année 2018.

## 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 et 2018 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 Bio-Masse (AEBIOM), Rapport statistique 2013).

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

## Maintenance et entretien des appareils

La maintenance ne concerne que les chaudières à 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 (IdBank 1764637).

## Estimation des emplois

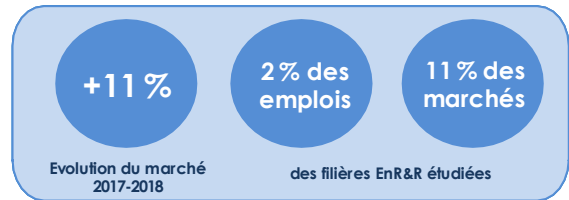
Les emplois de fabrication sont calculés selon un ratio [CA/Effectifs] des principaux fabricants d'appareils de chauffage au bois (Comptes des entreprises).

Les emplois de distribution 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 pour les années 2017 et 2018.

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 pour les années 2016 à 2018.

Pour la 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 pour les années 2016 à 2018.

# 5. Biocarburants de la filière gazole



## Points clés

### Stabilité du taux d'incorporation entre 2016 et 2018

Les biocarburants apportent la plus grande contribution à l'objectif européen de 10 % d'énergies renouvelables dans les transports à l'horizon 2020. En 2018, les biocarburants de la filière gazole (biodiesel) représentent 7,76 % (contenu énergétique) de la consommation de gazole en France. Stable depuis 2015, ce pourcentage est conforme aux objectifs fixés en France (7 %).

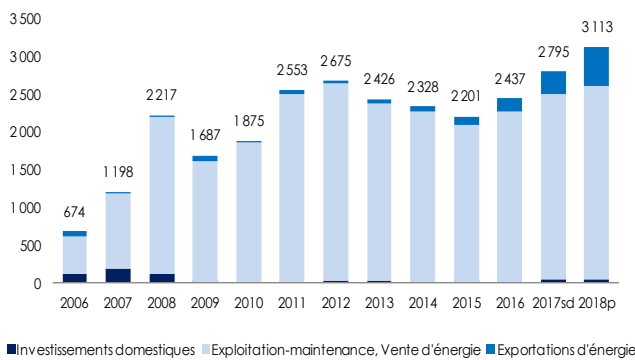
Les échanges extérieurs de biodiesel de la France sont structurellement déficitaires. Après un solde de -695 M€ en 2016, le solde s'améliore de 7 % et atteint -650 M€ en 2018. Le marché total du biodiesel augmente de 28 % entre 2016 (2,4 Mds€) et 2018 (3,1 Mds€).

### Tendances observées 2016-2018

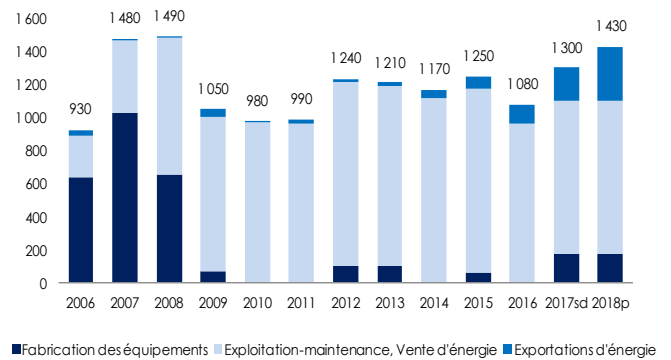
Taux d'incorporation des biocarburants gazole (%)	↗
Consommation de biocarburants gazole (ktep)	↗
Production de biocarburants gazole (ktep)	↗
Emplois de production des biocarburants gazole (ETP)	↗

Les emplois industriels associés à la production de biodiesel augmentent également de 32 % et passent de 1 080 ETP en 2016 à 1 430 ETP en 2018.

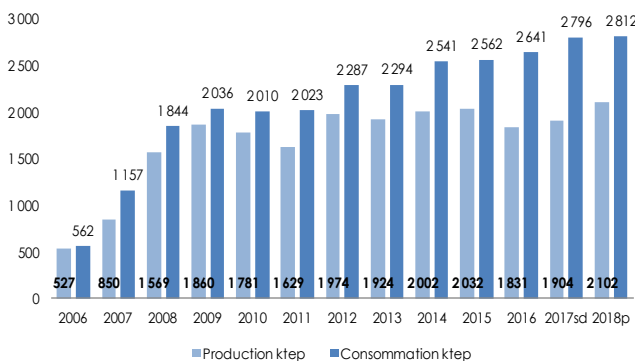
Marchés liés aux biocarburants gazole (M€)



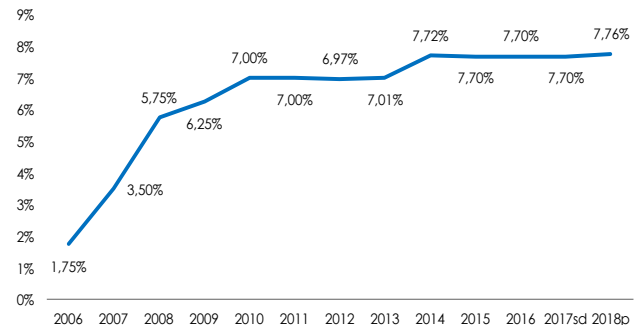
Emplois associés aux biocarburants gazole (ETP)



Production et consommation de biocarburants gazole (ktep)



Taux d'incorporation des biocarburants gazole (%)



### 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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Fabrication</b>	Fabrication des équipements utilisés dans la production des biocarburants gazole
<b>Construction</b>	Construction des unités de production de biocarburants gazole
<b>Vente d'énergie</b>	Vente de biodiesel et de biogazole (Huile Végétale Hydrotraitee HVO)

## Contexte réglementaire

### Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération 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 un objectif de biodiesel incorporé dans le gazole allant de 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009 à 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.

Le taux d'incorporation de biocarburants dans l'essence est de 7,49 % PCI en 2017 et 7,82 % PCI en 2018. La Loi de Finances 2019 fixe à la hausse les objectifs d'incorporation à 8 % pour les gazoles en 2020. 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. Dès 2019, la TGAP sur les carburants devient la Taxe Incitative Relative à l'Incorporation de Biocarburants (TIRIB<sup>26</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.

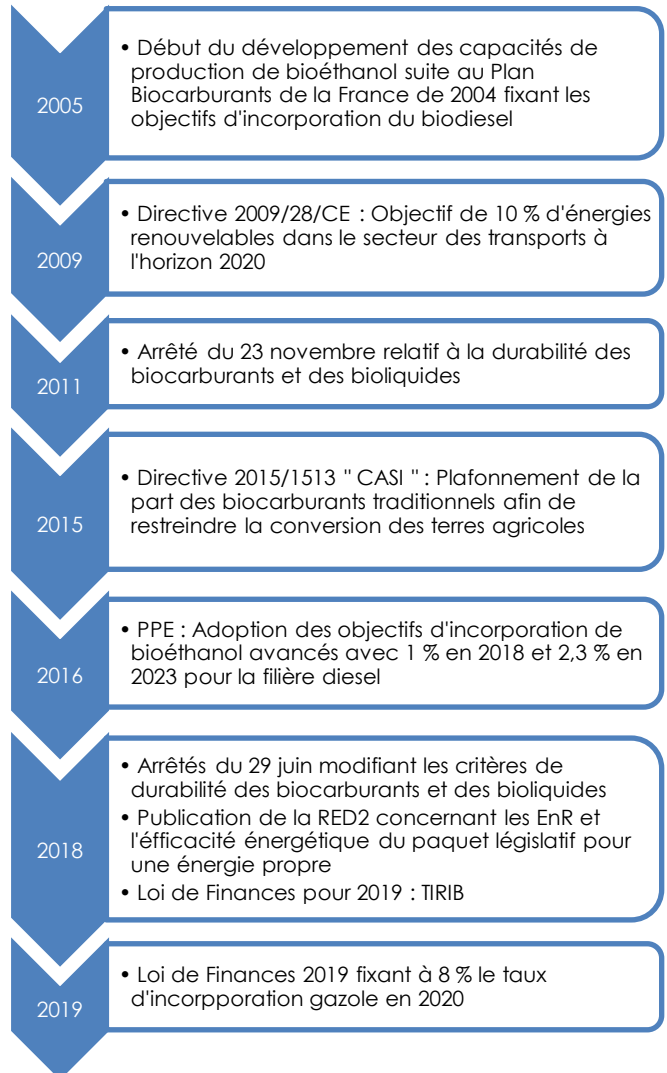
Fin 2016, la Commission Européenne présente un projet de révision de la directive concernant les énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable, hydrogène)<sup>27</sup>. Le texte final sur la RED2 (Renewable Energy Directive) est publié en décembre 2018<sup>28</sup>. Cette directive 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 ;

<sup>26</sup> Loi n° 2018-1317 du 28 décembre 2018 de finances pour 2019

<sup>27</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>28</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)



- 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 de 1<sup>ère</sup> génération 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 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.

La RED2 fixe également des critères de durabilité pour les biocarburants produits et consommés. L'un de ces critères impose que l'utilisation des biocarburants issus des usines mises en service avant 2021 dans le secteur des transports atteigne au moins 50 %. Pour les biocarburants issus d'usines mises en service à partir de 2021, ce seuil augmente à 65 %. En France, ce taux est de 69 % en 2018<sup>29</sup>.

### France, sixième producteur mondial de biodiesel

En 2018, la France est le 6<sup>ème</sup> producteur mondial de biodiesel (2,2 milliards de litres), après les États-Unis (6,9 milliards de litres), le Brésil (5,4 milliards de litres), l'Indonésie (4 milliards de litres), l'Allemagne (3,5 milliards de litres), et l'Argentine (2,8 milliards de litres).

Au niveau européen en 2018, la France est le 1<sup>er</sup> pays consommateur de biocarburants gazole destinés au transport (2,6 ktep), devant l'Allemagne (1,9 ktep) et l'Espagne (1,6 ktep).

Sources : Statistica ; EurObserv'ER (2019), *État des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan*

## Les acteurs de la filière du biodiesel

### Fabrication des équipements

En 2017, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire<sup>30</sup> réalise un CA de 1,7 Mds€ (+14 % par rapport à l'année précédente), en employant 8 760 salariés.

Plusieurs 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 biodiesel

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 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>31</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.

<sup>29</sup> Direction Générale de l'Énergie et du Climat, *Mise à la consommation de biocarburants en France, Panorama 2018*

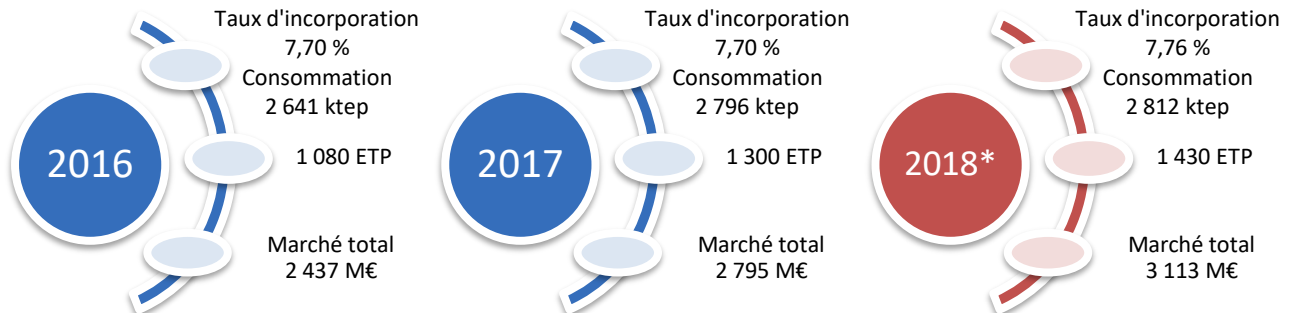
<sup>30</sup> ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire

<sup>31</sup> EMHA : Ester Méthylrique d'Huile Animale ; EMHU : Ester Méthylrique d'Huile Usagée

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).

## 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 à la faveur des objectifs de 2<sup>ème</sup> génération

En 2016, aucun investissement n'est réalisé dans des unités de production de biodiesel.

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.

Lancé également par le groupe Total<sup>32</sup> en 2010, le projet BioTfuel vise à convertir par voie thermo-chimique 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 de 2<sup>ème</sup> génération. 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.

### Hausse de la consommation de biodiesel entre 2016 et 2018

Dans un contexte de quasi-stagnation de la consommation du gazole (-0,6 % par an en moyenne par entre 2016 et 2018), le taux d'incorporation du biodiesel reste au niveau de l'objectif fixé en France de 2015 à 2017 (7,70 %) et augmente à 7,76 % en 2018.

Par conséquent, 2014 reste la dernière année marquée par une hausse importante de la consommation du biodiesel (+11 % par rapport à l'année précédente). La consommation augmente en moyenne de 3,2 % par an entre 2016 (2 641 ktep) et 2018 (2 812 ktep).

### Hausse de la valeur de la production de biodiesel entre 2016 et 2018

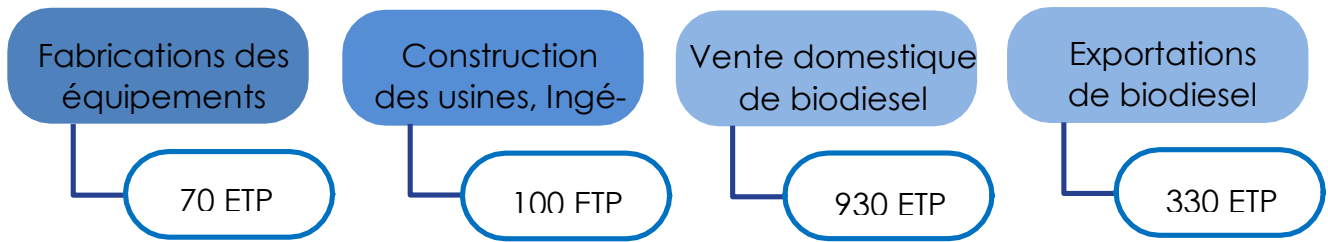
Après son maximum en 2011 (1 100 €/t), le biodiesel se négocie aux alentours de 760 € en 2016. Depuis, le prix augmente en moyenne de 3 % par an et atteint 814 €/t en 2018.

La quantité de biodiesel produit passe de 1 831 ktep en 2016 à 2 102 ktep en 2018, soit une hausse moyenne de 7 % par an. Couplée à la hausse des prix moyens, la valeur du biodiesel produit en France (y compris pour les exports) augmente en moyenne de 11 % par an, passant de 1,6 Mds€ en 2016 à 1,9 Mds€ en 2018.

<sup>32</sup> Projet en partenariat avec Axens, CEA, IFP Energies nouvelles, Avril, ThyssenKrupp Industrial Solutions



## 1 430 emplois directs dans la filière du biodiesel en 2018



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 1 430 ETP en 2018. Les emplois liés aux investissements réalisés pour la construction de la bioraffinerie de la Mède (Total) s'élève à 170 ETP cette année.

### 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'agrofourmiture) est de 0,29 ETP/ktonnes. L'estimation de l'ensemble des emplois (directs et industriels, agricoles et indirects) est présentée ci-dessous :

ETP	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
Emplois industriels et directs *	290	450	830	990	980	990	1 140	1 110	1 170	1 190	1 080	1 130	1 250
Emplois agricoles et indirects	2 620	4 230	7 800	9 250	8 860	8 100	9 820	9 570	9 960	10 110	9 110	9 470	10 460
<b>Total</b>	<b>2 910</b>	<b>4 680</b>	<b>8 640</b>	<b>10 240</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>11 710</b>

(\*) Somme des emplois liés à l'exploitation et la vente domestique de biocarburants gazole et des emplois liés à l'exportation de biodiesel (cf. tableau page 61)

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

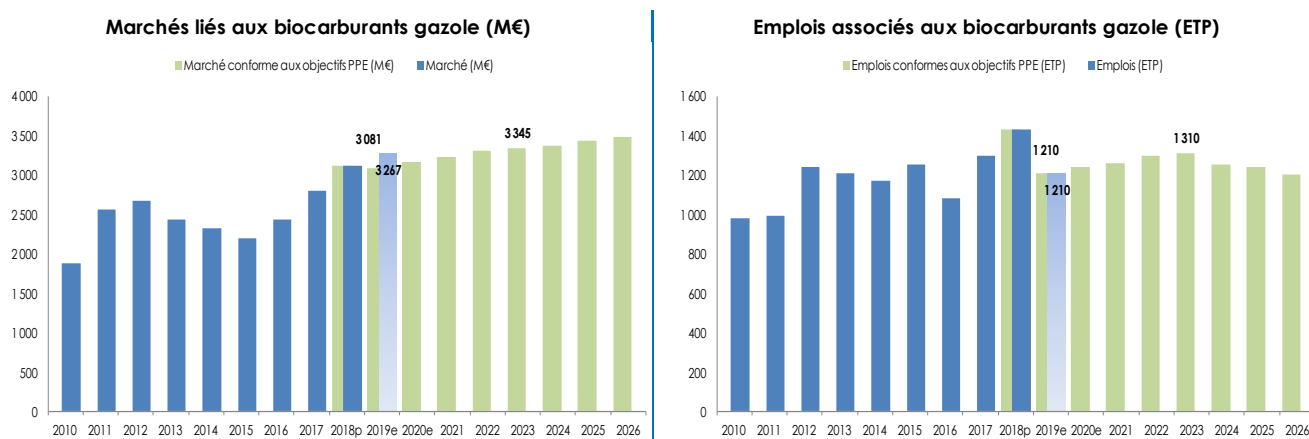
## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

Selon les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie<sup>33</sup>, l'incorporation des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération ne peut dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants aux horizons 2023 et 2028. Rappelons qu'en 2018, ce taux est de 7,76 % pour les biocarburants de la filière gazole.

La hausse de la part bio-sourcée 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 de 1<sup>ère</sup> génération 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 2 812 ktep en 2018 à 2 628 ktep en 2023.

<sup>33</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

Sur la base de l'objectif 2028 de la PPE, le marché total est estimé à 3 081 M€ en 2019 et 3 345 M€ en 2023. En 2023, la production française de biocarburants de la filière gazole (y compris pour l'exportation) augmenterait, passant de 1 852 M€ en 2019 à 1 951 M€ en 2023. En 2019, la bioraffinerie de la Mède (Sète ; du groupe Total) avec une capacité de production de 500 000 tonnes par an de HVO (y compris de type biogazole) est mise en service. On suppose donc que la production de biogazole de cette unité entraîne une baisse des importations de HVO. Les importations de biocarburants de la filière gazole (biodiesel et biogazole) passeraient de 1 228 M€ en 2019 à 1 394 M€ en 2023.

Les emplois atteindraient 1 310 ETP en 2023 : 680 ETP liés à la vente des biocarburants de la filière gazole sur le marché intérieur et 630 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 la prévision 2019. Cette tendance est supérieure à la trajectoire PPE en termes de marché : 3 267 M€ et 1 210 ETP pour la tendance, 3 081 M€ et 1 210 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### 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.

(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.

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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017s <sub>d</sub>	2018 <sub>p</sub>
<b>Investissements domestiques</b>													
Équipements fabriqués en France	44	71	46	5	0	0	8	8	0	5	0	15	15
Construction des usines, Ingénierie	65	107	69	7	0	0	12	12	0	8	0	23	23
<b>Total des investissements</b>	<b>109</b>	<b>179</b>	<b>116</b>	<b>11</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>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>509</b>	<b>1 002</b>	<b>2 079</b>	<b>1 596</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>2 573</b>
Biodiesel produit en France	420	718	1 745	1 379	1 635	1 961	2 220	1 933	1 708	1 542	1 398	1 366	1 422
Biodiesel et HVO importés	89	284	333	217	226	540	397	427	549	538	867	1 086	1 151
<b>Marché domestique *</b>	<b>617</b>	<b>1 181</b>	<b>2 194</b>	<b>1 608</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>2 612</b>
<b>Exportations</b>													
Biodiesel	57	18	23	79	14	53	38	46	71	108	172	304	501
<b>Marché total **</b>	<b>674</b>	<b>1 198</b>	<b>2 217</b>	<b>1 687</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>3 113</b>
<b>Production **</b>	<b>586</b>	<b>915</b>	<b>1 884</b>	<b>1 470</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>1 962</b>

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

(\*\*) Marché total = Marché domestique + 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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017s <sub>d</sub>	2018 <sub>p</sub>
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	230	380	260	30	0	0	40	40	0	20	0	70	70
Construction des usines, Ingénierie	410	640	400	40	0	0	60	60	0	30	0	100	100
<b>Total</b>	<b>630</b>	<b>1 030</b>	<b>660</b>	<b>60</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>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>260</b>	<b>440</b>	<b>820</b>	<b>940</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>930</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>890</b>	<b>1 470</b>	<b>1 480</b>	<b>1 000</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>1 100</b>
<b>Liés aux exportations de biodiesel</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>50</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>Total des emplois</b>	<b>930</b>	<b>1 480</b>	<b>1 490</b>	<b>1 050</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>1 430</b>

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

## Production et consommation de biocarburants de la filière gazole

ktep	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Capacité totale en fin d'année (kt)	700	1 350	2 260	2 360	2 360	2 360	2 360	2 435	2 435	2 715	2 715	2 715	2 715
Production	527	850	1 569	1 860	1 781	1 629	1 974	1 924	2 002	2 032	1 831	1 904	2 102
Importations	64	316	287	273	240	432	346	411	609	651	989	1 186	1 246
Exportations	29	9	12	96	11	38	33	41	70	121	179	294	537
Consommation	562	1 157	1 844	2 036	2 010	2 023	2 287	2 294	2 541	2 562	2 641	2 796	2 812

Sources : SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables, Consommation de biocarburants dans les transports ; Eurostat ; Bilan des TIRIB (anciens TGAP)

**Note :** Cette année, on apporte une correction en prenant compte des HVO (biogazole) dans les importations de biocarburants de la filière gazole. Les HVO consommées en France sont pour l'instant intégralement importées. Par conséquent, les résultats présentés cette année sont différents de ceux des éditions précédentes.



## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Mise en service (tonnage)</b>		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)		2006 à 2018 : Eurostat, Produits 38.24.90.91 et 38.26.00.10 2013 à 2018 : Bilans TIRIB (ex. TGAP) pour HVO	***
Production (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Bilans du SDES 2013 à 2018 : Estimations par solde	**
Consommation (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Estimations par solde 2013 à 2018 : 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)	**

# 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 domestiques

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 2018 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 (ex. TGAP) 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).

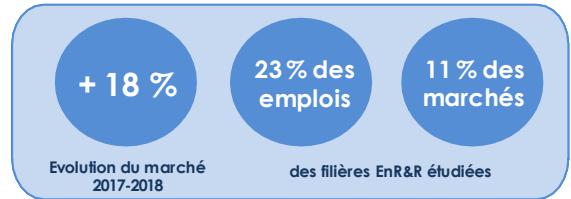
En l'absence de prix producteur disponible, la production et la consommation sont valorisées par un prix conventionnel estimé à partir de diverses sources. La valeur des exportations est reprise d'Eurostat. Au final, on calcule la valeur des importations par solde.

## 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 2018 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).

# 6. Pompes à chaleur domestiques et chauffe-eaux thermodynamiques



## Points clés

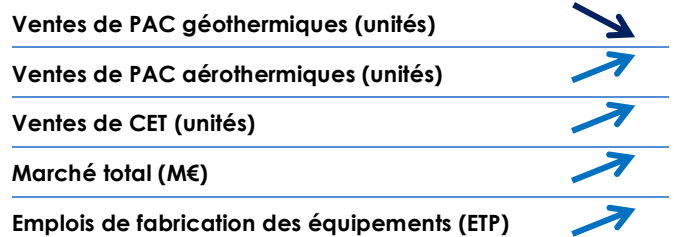
### Croissance confirmée des marchés depuis 2013

En 2018, 310 620 Pompes À Chaleur (PAC) domestiques et Chauffe-Eau Thermodynamiques (CET) sont vendus en France, une hausse de 31 % par rapport à 2016 (Observ'ER). Les ventes augmentent depuis 2013, grâce notamment à la baisse des prix moyen (matériel et pose).

Entre 2016 et 2018, la dynamique des ventes est disparate entre filières. Alors que les ventes de PAC géothermiques restent quasi stables (3 080 unités en 2018), les ventes de PAC aérothermiques et de CET progressent respectivement de 32 % (203 540 unités) et 29 % (104 000 unités).

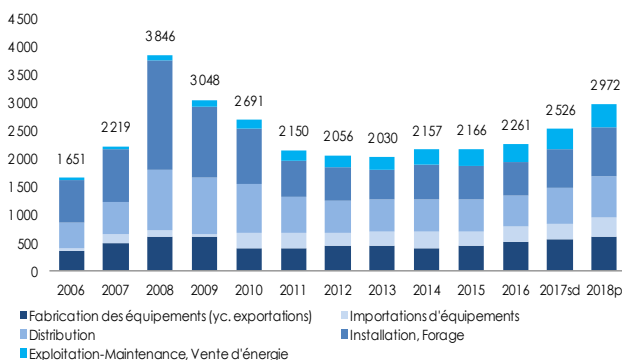
Le marché total s'élève à 3 Mds€ en 2018, en hausse de 31 % par rapport à 2016.

### Tendances observées 2016-2018



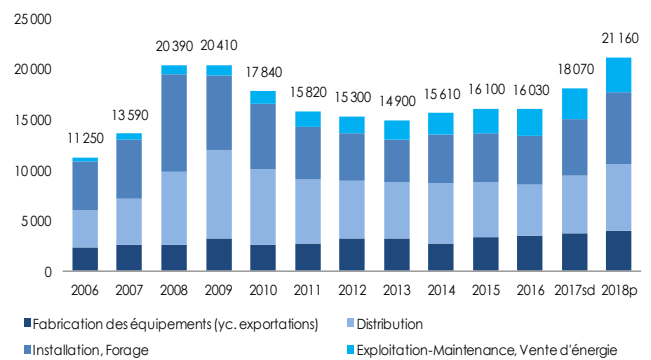
Les emplois associés s'élèvent à 21 160 ETP, dont 84 % pour la fabrication (y compris pour les exportations), la distribution et la pose des appareils, et 16 % pour la maintenance et la réparation.

Marchés liés aux PAC domestiques et CET (M€)

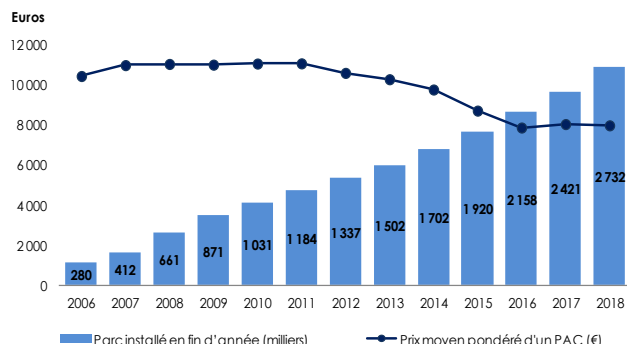
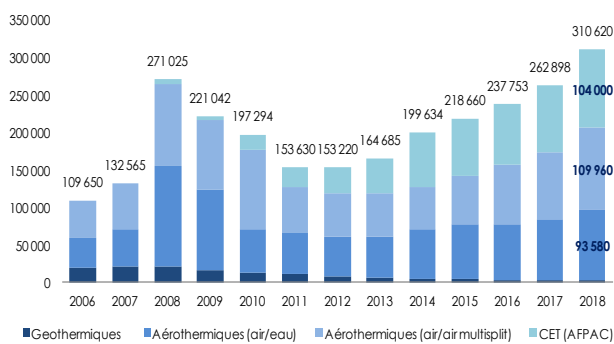


Ventes de PAC et CET (unités)

Emplois associés aux PAC domestiques et CET (ETP)



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



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

Les marchés concernent la fabrication, la distribution, la pose et la maintenance des PAC domestiques et des CET. Les emplois indiqués sont des emplois directs et n'incluent pas les emplois indirects (fournisseurs des fabricants).

En 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Fabrication</b>	Fabrication et assemblage	<b>Distribution</b>	Grossistes, Distributeurs
<b>Installation</b>	Réseaux d'installateurs	<b>Maintenance</b>	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).

Alors qu'auparavant, les classes d'efficacité énergétique allaient de A à G, viennent s'ajouter à présent trois nouvelles classes de très haute performance : A+, A++ et A+++ . Par ailleurs, la classe énergétique la plus faible de la gamme disparaîtra tous les deux ans. La grande majorité des PAC (notamment géothermiques) et des CET mis sur le marché se retrouvent en classe A+ et au-dessus.

## Réglementation F-Gaz

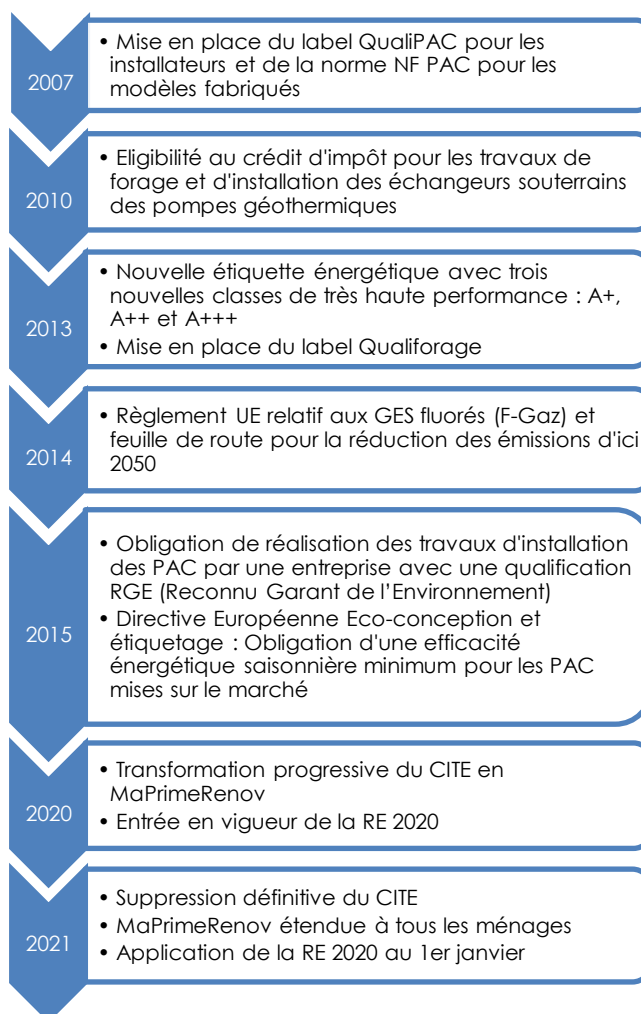
Se rapportant au règlement relatif aux Gaz à Effet de Serre (GES<sup>34</sup>) fluorés, la directive dite F-Gaz définit des règles relatives au confinement, à l'utilisation, à la récupération et à la destruction des GES fluorés et aux mesures d'accompagnement. Cette directive fixe notamment des conditions de mise sur le marché des équipements concernant les hydrofluorocarbures.

## Éco-conception des PAC

Depuis septembre 2015, et conformément à la Directive Européenne Éco-Conception, les PAC haute température (HT) et basse température (BT) mises sur le marché doivent offrir respectivement une efficacité énergétique saisonnière minimum de 100 % et 115 %.

## Prime et Taux réduit de TVA

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) est progressivement transformé en « MaPrimeRenov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et les ménages modestes.



Jusqu'à la suppression définitive du CITE en 2021, cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah). La transformation intégrale du CITE en cette nouvelle aide est réalisée en deux temps :

- Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2020 : versement des premières aides aux ménages les plus modestes à partir du mois d'avril. Les ménages non éligibles à MaPrimeRenov bénéficieront, sous certaines conditions, d'un CITE transitoire jusqu'au 31 décembre 2020. Le CITE 2020 s'adresse seulement aux propriétaires réalisant des travaux d'économie d'énergie en 2020 pour leur habitation principale. Le logement doit être achevé depuis plus de 2 ans à la date de début des travaux.

Le montant du CITE 2020 ne se calcule plus en fonction d'un pourcentage du montant des dépenses éligibles (30 % précédemment pour les PAC et CET). Il est dorénavant déterminé selon un forfait par type de travaux sans pouvoir dépasser 75 % de la dépense effectuée. Sur une période de 5 ans (du 1<sup>er</sup> janvier 2016 au 31 décembre 2020), les dépenses sont plafonnées à 2 400 € pour une personne et 4 800 € pour un couple soumis à une imposition commune.

Le montant du CITE 2020 est de 4 000 € pour les PAC géothermiques, 2 000 € pour les PAC air/eau et 400 € pour les PAC dédiées à la production d'ECS (eau chaude sanitaire).

- Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le CITE sera définitivement supprimé et MaPrimeRenov sera étendu à tous les ménages (à l'exception des plus aisés des déciles 9 et 10).

Le CITE 2020 est cumulable avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %) pour l'installation des PAC et CET éligibles au CITE.

<sup>34</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 2018, 3,9 millions de PAC sont vendues dans l'Union Européenne, soit une augmentation de 11 % par rapport à 2017. Le parc total de PAC est de 35,2 millions unités pour une production de 12 Mtep d'énergie renouvelable (hors CET). En 2018, la France est le 3<sup>ème</sup> marché de l'UE pour les PAC, derrière l'Italie et l'Espagne.

Source : EurObserv'ER (2019), *Etat des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan*

## Les acteurs de la filière des pompes à chaleur et CET

### Fabrication des appareils

L'augmentation des ventes de PAC de 2006 à 2008, leur forte baisse de 2009 à 2012, puis de leur reprise à partir de 2013 favorisent une restructuration autour des grands acteurs.

- BDR Thermea, 3<sup>ème</sup> fabricant d'appareils de chauffage en Europe, est le résultat de la fusion des groupes Baxi et De Dietrich Remeha en 2009. Le groupe emploie 6 500 personnes dans plus d'une centaine de pays.
- Le groupe suédois Nibe Industries reprend les activités commerciales de Technibel.
- Depuis 2010, l'allemand Vaillant Group (2<sup>ème</sup> groupe de chauffage européen et représenté par Saunier Duval en France ; CA de 198 M€ pour 415 salariés en 2018) 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 178 M€ pour 690 effectifs en 2018).
- Spécialiste des ouvertures mécaniques pour le bâtiment et de la domotique, Somfy acquiert 40 % de CIAT (2018 : CA de 155 M€, plus de 960 salariés). En 2014, Somfy annonce un partenariat avec De Dietrich Remeha dans le pilotage du chauffage. En 2015, 46 % du capital détenu par le groupe Somfy dans CIAT est acquis par le conglomérat américain United Technologies Corporation. S'en est suivi la fermeture des sites de Belley et de Serrières-en-Chautagne.

Conscientes du potentiel des systèmes de chauffage plus économes en énergie, les entreprises généralistes<sup>35</sup> telles qu'Airwell, Viessmann, Atlantic, Danfoss, Chaffoteaux (Ariston Thermo Group) et Muller sont entrées sur le marché des PAC en tant que fabricants ou importateurs, souvent en rachetant des producteurs historiques. Des entreprises spécialisées dans les équipements de climatisation, en particulier japonaises (Daikin, Hitachi, Mitsubishi), entrent sur le marché du chauffage en proposant des PAC air/air. Les principaux fabricants européens de PAC géothermiques sont suédois (Nibe Heating) et allemands (Stiebel Eltron et Bosch à travers de nombreuses filiales).

<sup>35</sup> Fabricants de chaudières, de chauffage électrique et de ballons d'eau chaude sanitaire, climaticiens

## Pose et installation des appareils

Pour la 6<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 1<sup>er</sup> janvier 2019, l'association regroupe 5 290 entreprises qualifiées PAC et 310 qualifiées CET.

### Différentes PAC

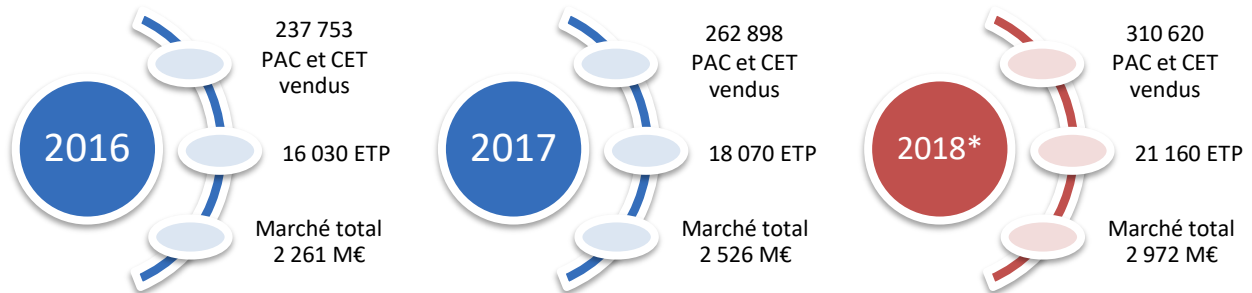
On distingue les pompes à chaleur selon le milieu dans lequel elles prélèvent la chaleur (x) et le vecteur par lequel cette chaleur est restituée (y). Dès lors, on parle de PAC x/y. Les pompes géothermiques prélèvent la chaleur du sol ou de l'eau superficielle et la restituent par des planchers chauffants ou des radiateurs (PAC sol/sol, sol/eau et eau/eau). 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). En 2018, les pompes aérothermiques représentent la quasi-totalité (99 %) du marché en nombre de PAC vendues (hors CET).

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-eau 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 Performance Chauffe-eau Électrique. Le principal avantage de ces systèmes est leur coût, inférieur à celui de leurs concurrents directs (chauffe-eau solaires).

## Situation du marché et de l'emploi



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

### Hausse du nombre des équipements vendus entre 2016 et 2018

Les ventes de PAC (hors CET) passent de plus de 237 750 unités en 2016 à 310 620 unités en 2018.

Entre 2016 et 2018, la quasi-totalité de ces ventes sont des PAC aérothermiques (99 %). Moins onéreuses que les PAC géothermiques, les PAC aérothermiques sont principalement destinées aux logements existants. Leurs ventes (en nombre) progressent en moyenne de 15 % par an, cela malgré une hausse des prix (+3 % en moyenne par an entre 2016 et 2018 pour les PAC air/eau et +2 % pour les PAC air/air). Les ventes de PAC aérothermiques se partagent entre 47 % d'unités air/eau et 53 % d'unités air/air. Ce sont les ventes de PAC air/air qui progressent le plus (+19 % par an en moyenne entre 2016 et 2018, contre 8 % pour les PAC air/eau).

En revanche, les ventes de PAC géothermiques, destinées principalement à l'habitat neuf, ne cessent de baisser. Alors qu'il se vendait plus de 20 000 PAC géothermiques en 2006, le nombre d'appareils vendus tombe à 3 080 unités en 2018. Cette baisse concerne essentiellement les PAC eau/eau (-7 % par an en moyenne entre 2016 et 2018). Après une hausse des ventes (en nombre) des PAC sol/sol et sol/eau de 3 % entre 2017 et 2016, leurs ventes baissent de 4 % en 2018.

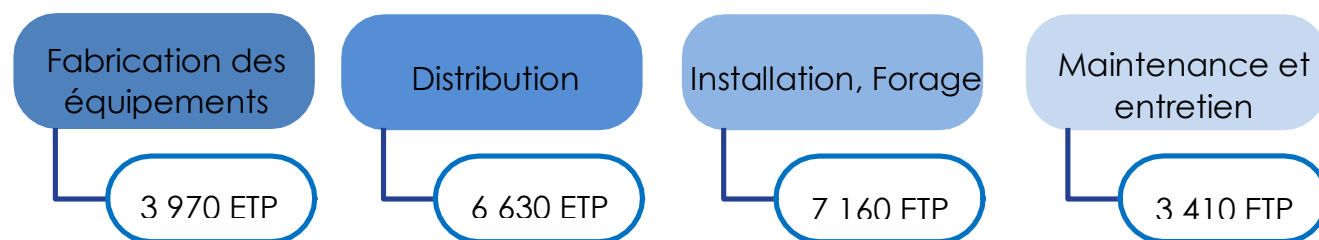
### Ventes de chauffe-eaux thermodynamiques toujours en hausse en 2016, mais plus faiblement

Apparus en 2008, les CET continuent leur progression à un rythme plus mesuré : +10 % en 2017, contre +58 % en 2014 (AFPAC). En 2018, les ventes s'élèvent à 104 000 unités, en hausse de 17 % par rapport à l'année précédente.

### Marché en hausse entre 2016 et 2018

Avec de belles performances en termes d'unités vendues (+31 % entre 2016 et 2018), le marché connaît une hausse en valeur de 31 % entre ces deux années. Le prix moyen des équipements est en légère hausse de 1 % en moyenne sur cette période. La hausse des prix concerne essentiellement les PAC aérothermiques et CET que pour les PAC géothermiques (affichant des prix stables).

## Emplois majoritairement dans l'installation et la distribution



En 2018, l'emploi associé aux investissements domestiques (fabrication des équipements pour le marché intérieur, distribution et installation) s'élève à 15 880 ETP, contre 13 520 ETP en 2017. La fabrication des équipements destinés à l'exportation nécessite 1 880 ETP, en hausse de 24 % par rapport à l'année précédente.

Avec la hausse du nombre de PAC et CET vendus en 2018, l'ensemble des emplois d'investissement de la filière augmente de 18 % par rapport à 2017.

## Croissance de la maintenance

Le parc des pompes à chaleur est estimé à 2,7 millions d'unités en 2018. Le marché correspondant à l'entretien et la maintenance de ce parc s'élève à 410 M€ (en hausse de 27 % par rapport à 2016), marché employant 3 410 emplois (contre 2 700 en 2016).

### Secteurs 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 :

- **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 ».
- **Aérothermie** : PAC air/eau et air/air, d'une puissance de 75 à 150 kW jusqu'à 300 kW. Ces pompes sont généralement destinées au froid (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.

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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
DRV	11 579	15 053	14 714	13 268	13 923	15 478	14 795	14 937	15 881	17 537	20 665	23 335	25 921

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. Perspective 2019

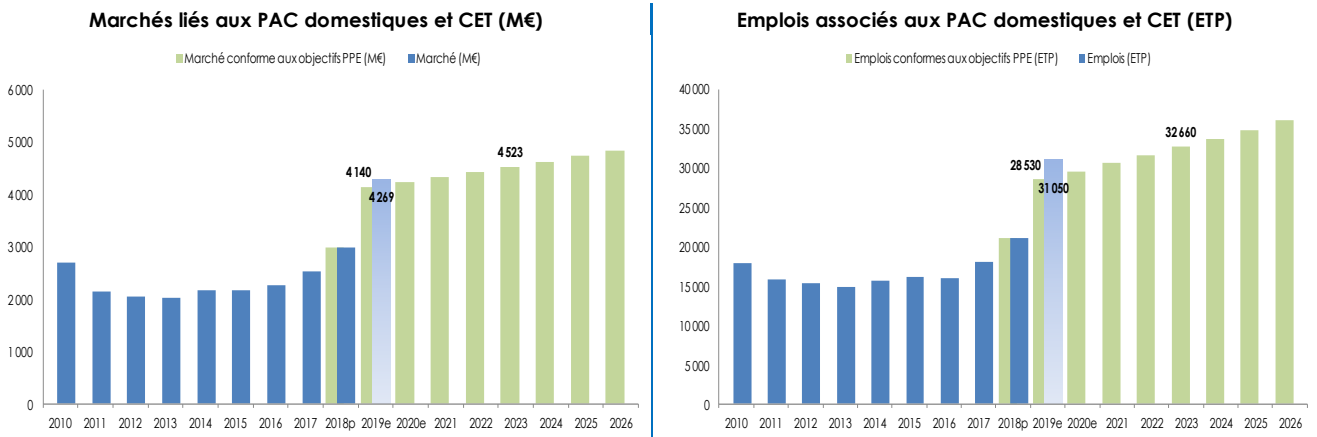
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) en termes de production de chaleur via les PAC aérothermiques (CET compris) et géothermiques à horizon 2023 et 2028.

Production thermique par PAC (TWh)

	2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
PAC aérothermiques	27,6	35	39	45
PAC géothermiques	3,14	4,6	5	7

Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 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 et de 315 000 PAC géothermiques (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, et le parc des PAC géothermiques de plus de 180 000 appareils.



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; 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 près de 440 000 nouveaux équipements chez les particuliers chaque année entre 2019 et 2028, le marché total des PAC domestiques et CET est estimé à 4,1 Mds€ en 2019 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 32 660 ETP en 2023 : 26 510 ETP liés aux investissements et 6 150 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 la prévision 2019. Cette tendance est proche de la trajectoire PPE : 4,3 Mds€ et 31 050 ETP pour la tendance, 4,1 Mds€ et 28 530 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

## Perspectives de la filière

Selon l'AFPG, la remise en place d'un crédit d'impôt différenciant les aides attribuées aux PAC aérothermiques des PAC géothermiques et en faveur de ces dernières devrait permettre au marché du particulier de ne plus régresser. À noter que ce crédit d'impôt concerne uniquement les premiers déciles de revenus.

### Mesures de soutien de la PPE \*

- Pérenniser des soutiens via le CITE-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 ;
- Soutenir la géothermie assistée par pompe à chaleur, ainsi que les projets de froid renouvelable par géothermie via le Fonds Chaleur.

(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.

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

# Résultats détaillés

## Marchés liés aux PAC domestiques et CET

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	203	155	402	555	285	233	230	270	223	278	288	326	316
Importations des équipements	58	175	119	61	290	255	230	247	290	257	274	284	347
Distribution	442	574	1 084	1 006	869	656	573	576	589	571	564	637	742
Installation, forage	760	929	1 942	1 253	984	653	607	535	627	607	588	691	874
<b>Total des investissements</b>	<b>1 463</b>	<b>1 833</b>	<b>3 547</b>	<b>2 876</b>	<b>2 429</b>	<b>1 797</b>	<b>1 640</b>	<b>1 628</b>	<b>1 728</b>	<b>1 713</b>	<b>1 713</b>	<b>1 937</b>	<b>2 278</b>
<b>Exploitation-maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>99</b>	<b>131</b>	<b>155</b>	<b>178</b>	<b>201</b>	<b>225</b>	<b>255</b>	<b>288</b>	<b>324</b>	<b>363</b>	<b>410</b>
<b>Marché domestique *</b>	<b>1 505</b>	<b>1 895</b>	<b>3 646</b>	<b>3 006</b>	<b>2 583</b>	<b>1 975</b>	<b>1 841</b>	<b>1 853</b>	<b>1 984</b>	<b>2 001</b>	<b>2 037</b>	<b>2 300</b>	<b>2 688</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	145	324	200	41	108	175	215	176	174	164	224	226	284
<b>Marché total **</b>	<b>1 651</b>	<b>2 219</b>	<b>3 846</b>	<b>3 048</b>	<b>2 691</b>	<b>2 150</b>	<b>2 056</b>	<b>2 030</b>	<b>2 157</b>	<b>2 166</b>	<b>2 261</b>	<b>2 526</b>	<b>2 972</b>
<b>Production **</b>	<b>1 592</b>	<b>2 044</b>	<b>3 727</b>	<b>2 987</b>	<b>2 401</b>	<b>1 895</b>	<b>1 826</b>	<b>1 783</b>	<b>1 868</b>	<b>1 909</b>	<b>1 987</b>	<b>2 242</b>	<b>2 625</b>

(\*) Marché domestique : Total des investissements + Exploitation-maintenance et vente domestique d'énergie

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

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

## Emplois associés aux PAC domestiques et CET

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	1 380	830	1 750	2 950	1 880	1 550	1 650	1 950	1 560	2 140	1 980	2 200	2 090
Distribution	3 680	4 630	7 240	8 770	7 540	6 390	5 730	5 650	5 880	5 370	5 040	5 690	6 630
Installation, forage	4 790	5 790	9 650	7 440	6 480	5 220	4 760	4 170	4 900	4 910	4 780	5 630	7 160
<b>Total</b>	<b>9 840</b>	<b>11 240</b>	<b>18 640</b>	<b>19 160</b>	<b>15 900</b>	<b>13 160</b>	<b>12 140</b>	<b>11 770</b>	<b>12 340</b>	<b>12 430</b>	<b>11 790</b>	<b>13 520</b>	<b>15 880</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>420</b>	<b>610</b>	<b>870</b>	<b>1 030</b>	<b>1 220</b>	<b>1 510</b>	<b>1 630</b>	<b>1 860</b>	<b>2 060</b>	<b>2 400</b>	<b>2 700</b>	<b>3 030</b>	<b>3 410</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>10 260</b>	<b>11 860</b>	<b>19 510</b>	<b>20 190</b>	<b>17 120</b>	<b>14 660</b>	<b>13 760</b>	<b>13 620</b>	<b>14 400</b>	<b>14 830</b>	<b>14 490</b>	<b>16 540</b>	<b>19 290</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>980</b>	<b>1 730</b>	<b>870</b>	<b>220</b>	<b>710</b>	<b>1 160</b>	<b>1 540</b>	<b>1 270</b>	<b>1 220</b>	<b>1 270</b>	<b>1 540</b>	<b>1 520</b>	<b>1 880</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>11 250</b>	<b>13 590</b>	<b>20 390</b>	<b>20 410</b>	<b>17 840</b>	<b>15 820</b>	<b>15 300</b>	<b>14 900</b>	<b>15 610</b>	<b>16 100</b>	<b>16 030</b>	<b>18 070</b>	<b>21 160</b>

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

## Ventes de PAC domestiques et de CET ; Parc installé en fin d'année

Milliers d'unités	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ventes de PAC et CET</b>	<b>109,7</b>	<b>132,6</b>	<b>271,0</b>	<b>221,0</b>	<b>197,3</b>	<b>153,6</b>	<b>153,2</b>	<b>164,7</b>	<b>199,6</b>	<b>218,7</b>	<b>237,8</b>	<b>262,9</b>	<b>310,6</b>
PAC géothermiques	20,0	21,2	21,7	15,5	12,3	10,4	8,2	6,6	4,0	3,8	3,1	3,1	3,1
PAC aérothermiques	89,6	111,4	243,9	200,7	164,2	116,6	110,1	112,1	123,1	138,6	153,9	170,8	203,5
dont air/eau	39,1	50,4	133,0	107,7	58,2	56,2	53,1	54,5	66,2	73,6	74,5	81,7	93,6
dont air/air	50,5	61,0	110,9	93,0	106,1	60,4	57,0	57,6	56,9	65,0	79,4	89,1	110,0
Chauffe-eaux thermodynamiques	0,0	0,0	5,4	4,8	20,8	26,7	34,9	46,0	72,5	76,3	80,8	89,0	104,0
<b>Parc installé en fin d'année</b>	<b>280</b>	<b>412</b>	<b>661</b>	<b>871</b>	<b>1 031</b>	<b>1 184</b>	<b>1 337</b>	<b>1 502</b>	<b>1 702</b>	<b>1 920</b>	<b>2 158</b>	<b>2 421</b>	<b>2 732</b>
<b>Consommation de chaleur GWh</b>	<b>4,1</b>	<b>6,5</b>	<b>9,2</b>	<b>11,7</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>30,1</b>
dont PAC géothermiques	1,3	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1

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

**Note :** Suite à une correction des ratios d'emplois liés aux forages et sondages à partir de 2012, les résultats concernant les emplois sont légèrement différents de ceux de l'édition précédente.



## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Marché intérieur (M€)</b>	Ventes x Prix unitaires		
Ventes (unité)		Observ'ER, AFPAC	***
Prix unitaire (€/unité)	Prix du matériel et de la pose	Observ'ER	***
<b>Marge de distribution (M€)</b>	Marché intérieur M€ x Taux de marges		
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>Coût unitaire de forage (€/PAC)</b>	PAC géothermiques uniquement	AFPG ; Observ'ER ; ADEME, Fonds Chaleur	**
<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 Me x ratio [Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 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	**
Forages et capteurs (ETP)	Forage M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2007 : CN, Branche 43 2011 à 2016 : ESANE, NAF 43.13Z	**
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	**

## Méthode générale d'évaluation

### Marché intérieur

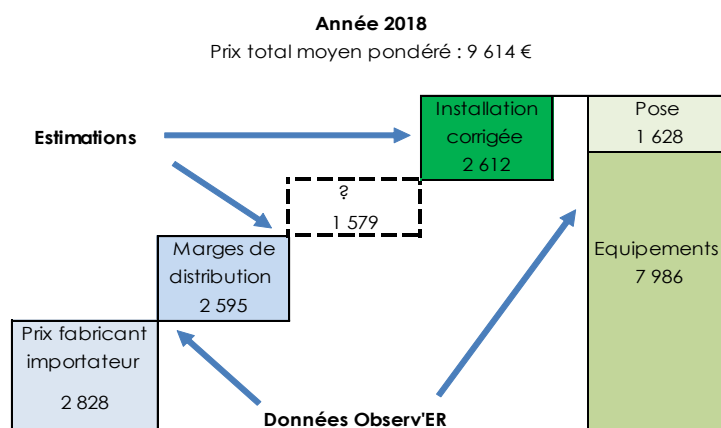
Dans un premier temps, on reconstitue le nombre d'appareils vendus à partir des données Observ'ER pour les PAC domestiques et des données AFPAC pour les CET. À travers les enquêtes d'Observ'ER, on dispose des prix unitaires des équipements et de la pose pour les PAC. Il s'agit des prix facturés aux ménages 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 géothermiques. En multipliant le nombre d'appareils vendus par leur prix moyen, on obtient le marché intérieur (matériel et pose).

**Note :** En 2018, le prix à la fabrication (2 828 €) représente 29 % du prix des équipements facturés par les installateurs (9 614 €). 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 5 423 € comme prix moyen marges comprises. Ce prix est donc à comparer au prix moyen facturé de 9 614 €. L'écart est de 4 191 € 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 (qui ne comprend pas le coût des forages et des capteurs enterrés dans le cas des PAC géothermiques) est en effet très faible : 1 628 € en 2018, ce qui correspondrait à environ 3 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 1,60. Le coût de la pose corrigé est par conséquent de 2 612 € en 2018. Le schéma ci-dessous montre qu'une partie du prix facturé (1 579 €, soit 16 %) reste inexplicite, ou plus précisément ne peut être directement affectée ni à l'installation ni à la distribution. Cette partie « inexplicite » était de 46 % en 2006.





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

Prix unitaire €	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sol/sol	14 613	14 813	15 517	14 397	14 887	14 973	15 520	15 100	15 167	14 133	13 717	13 733	13 733
Sol/eau	13 119	13 423	13 533	12 917	13 193	12 800	13 350	13 250	13 707	14 733	14 350	14 400	14 400
Eau/eau	11 537	12 817	12 760	13 093	12 942	12 827	12 930	13 150	13 535	14 000	14 000	14 100	14 100
<b>Géothermiques</b>	<b>13 086</b>	<b>13 643</b>	<b>13 670</b>	<b>13 435</b>	<b>13 467</b>	<b>13 119</b>	<b>13 285</b>	<b>13 354</b>	<b>13 794</b>	<b>14 124</b>	<b>14 011</b>	<b>14 091</b>	<b>14 091</b>
Air/eau	11 577	12 745	12 768	12 948	13 158	13 660	13 100	12 867	12 393	11 567	10 633	10 920	10 920
Air/air	11 650	11 890	12 150	12 095	12 428	11 917	11 473	11 067	10 467	8 717	8 177	8 377	8 377
<b>Aérothermiques</b>	<b>11 618</b>	<b>12 277</b>	<b>12 487</b>	<b>12 553</b>	<b>12 686</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>Moyenne</b>	<b>11 886</b>	<b>12 495</b>	<b>12 584</b>	<b>12 616</b>	<b>12 740</b>	<b>12 787</b>	<b>12 330</b>	<b>12 021</b>	<b>11 575</b>	<b>10 334</b>	<b>9 457</b>	<b>9 673</b>	<b>9 614</b>
<b>CETherm</b>	<b>3 948</b>	<b>4 172</b>	<b>4 243</b>	<b>4 265</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>

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 domestique, 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 des PAC domestiques. Observ'ER fournit le CA des fabricants/importateurs de PAC sur le marché français. En ajoutant le CA des CET, on obtient le CA de l'ensemble des appareils, ce qui correspond au marché intérieur des équipements. 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).

### Parc et maintenance

Le parc est estimé selon les données Observ'ER et l'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 et 2018 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 2018 identiques à celui de 2015.
- **Forage** : Ratios [Production/Emploi] calculés à partir des données de la CN (branche 45.1D) de 2006 à 2008 et en 2017 et d'ESANE (NAF 43.13Z) de 2011 à 2016. Corrections des ratios 2008 à 2010 par interpolation car extrêmement erratiques. Ratio 2018 identique à celui de 2017.

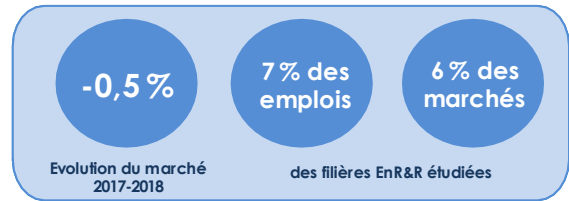
# 7. Bois-énergie : Secteur collectif, industriel et tertiaire

## Points clés

### Bois-énergie : première source d'énergie renouvelable en France

La biomasse est 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 porté à 35-38 % 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 et industriel.



### Tendances observées 2016-2018

Puissance mise en service dans l'année (MW)

Investissements domestiques (M€)

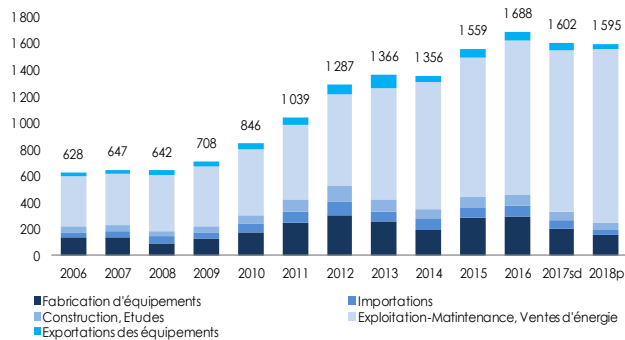
Emplois liés aux investissements (ETP)

Vente d'énergie et maintenance (M€)

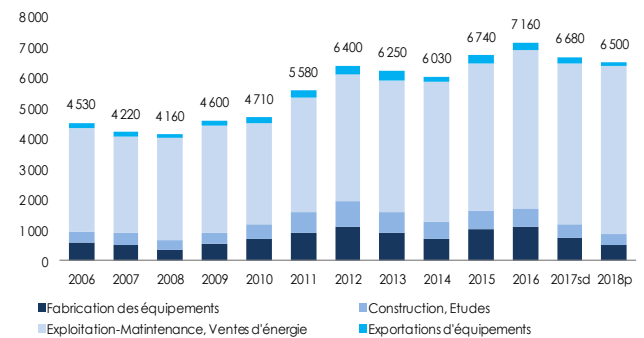
Emplois liés à la vente d'énergie (ETP)

En 2018, le marché total dans les secteurs collectif, industriel et tertiaire s'élève à 1,6 Mds€, en baisse de 6 % par rapport à 2016. La filière emploie 6 500 ETP en 2018, dont 85 % liés à l'exploitation-maintenance et la production de bois marchand.

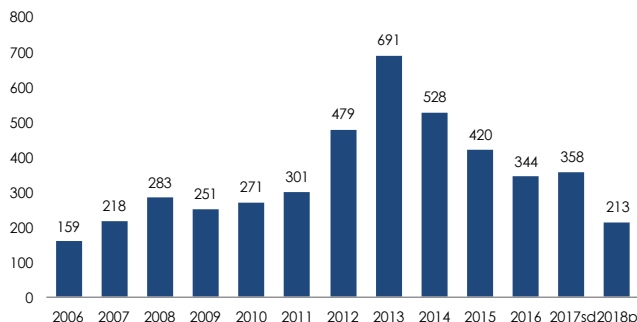
#### Marchés liés au bois-énergie (collectif, industriel, tertiaire ; M€)



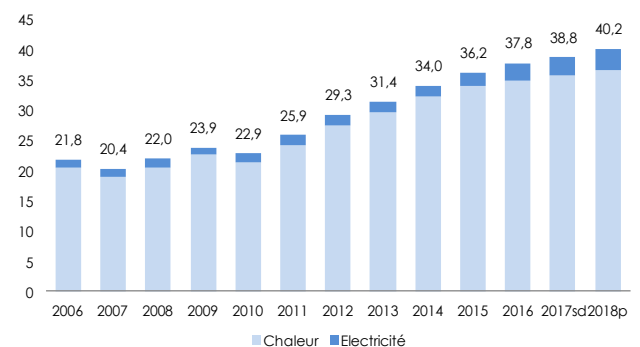
#### Emplois associés au bois-énergie (collectif, industriel, tertiaire ; ETP)



#### 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 à la production de bois marchand pour la production d'énergie autoconsommée (chaleur et électricité). En 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Équipement</b>	Fabrication de chaudières et d'équipements divers
<b>Construction, Études</b>	Génie civil, pose d'équipements, études préalables
<b>Maintenance</b>	Visites d'entretien, réparation
<b>Vente d'énergie</b>	Vente d'électricité et de chaleur, bois marchand pour l'énergie autoconsommée

## Contexte réglementaire

### Filière dynamisée par le Fonds Chaleur et les appels d'offre de la CRE

À partir de 2009, le Fonds Chaleur de l'ADEME permet une accélération importante des réalisations d'installations de production de chaleur issue de la biomasse énergie. La mobilisation du Fonds Chaleur Renouvelable prend la forme d'Appel À Projets (AAP) nationaux annuels (Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire BCIAT) pour des installations industrielles de plus de 1 000 tep/an, ainsi que d'aides spécifiques attribuées par les directions régionales de l'ADEME pour les installations industrielles inférieures à 1 000 tep/an et toutes autres installations du secteur collectif (agricole et tertiaire) incluant, le cas échéant, une aide aux réseaux de chaleur.

Entre 2009 et 2018, le FC soutient plus de 895 chaufferies biomasse (BCIAT compris, hors approvisionnement de bois). La chaleur potentielle produite par ces installations s'élève à 16,3 TWh, l'équivalent de la consommation de plus de 6 Mt de biomasse. En 2018, 95 nouvelles installations sont soutenues par le FC (dont 6 en BCIAT), pour une production totale de chaleur de 860 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), 33 nouveaux projets d'une puissance totale de 180,3 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 :

- Créé en 2014 dans le cadre du « Plan national d'action pour l'avenir des industries de transformation du bois », le fonds stratégique de la forêt et du bois renforce la compétitivité de la filière en amont, avec l'amélioration de la desserte et de l'accès aux différents massifs et le financement des actions de R&D et d'innovation. Les 24 projets retenus en 2016 permettent la mobilisation de 4 millions de mètres cubes sur 3 ans (dont la moitié de bois-énergie) pour un budget de 35 M€ (issus du Fonds Chaleur). En 2018, l'Etat dédie 17,8 M€ en crédits de paiement pour ce fonds.
- 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€ issus 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 15 projets pour une puissance cumulée de 232 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 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 2023.

# Les acteurs de la filière du bois-énergie : secteur collectif, industriel et tertiaire

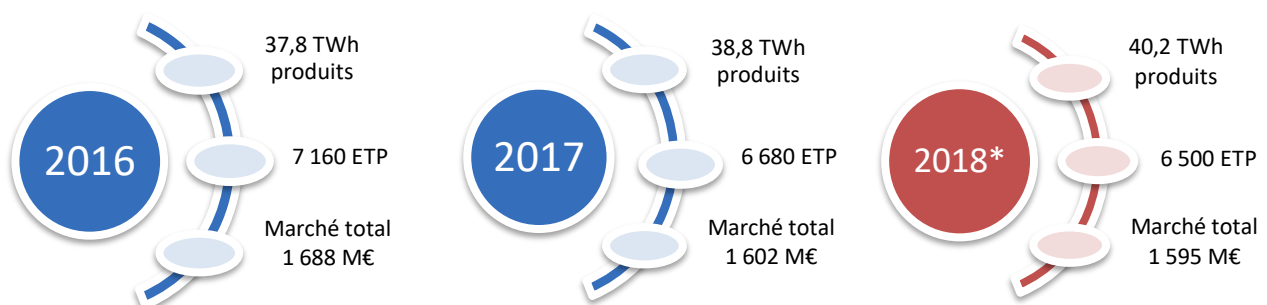
## Trois principaux acteurs pour la construction de chaudières biomasse

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 en 2013 par NextEnergies).

- Spécialiste des gammes de puissance de 250 kW à 12 MW, Compte R réalise en 2017 un CA de 23,8 M€ pour 60 salariés. Compte R possède 3 sites de production en France, ainsi que des filiales en Biélorussie, Pologne, Espagne, et Canada.
- Leroux et Lotz Technologies fabrique des chaudières de 5 à 100 MW, ainsi que des chaudières de petites puissances. En 2018, elle réalise un CA de 28,7 M€ pour 80 salariés.
- 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.

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 MW<sub>élec</sub>.

## Situation du marché et de l'emploi



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

## Fin de la conversion de Gardanne et recul des investissements en 2018

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 même 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 (230 M€ en moyenne).

Sur la base d'un bilan des réalisations effectives des programmes cités (CRE, Fonds Chaleur dont BCIAT<sup>36</sup>), les investissements domestiques dans les nouvelles capacités de production passent de 463 M€ en 2016 à 329 M€ en 2017 et 249 M€ en 2018.

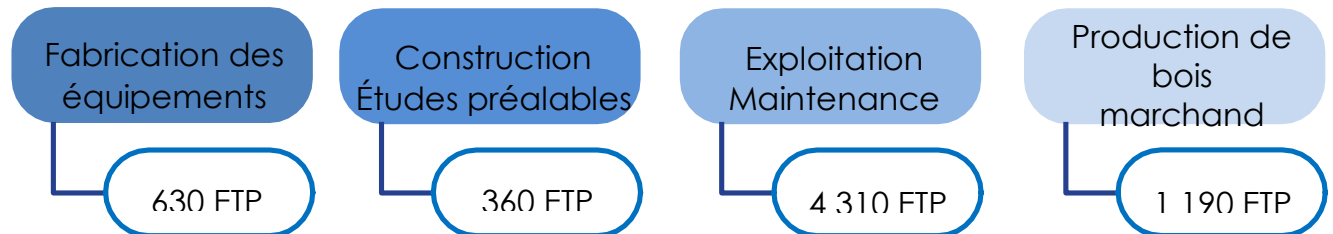
<sup>36</sup> D'autres projets peuvent être réalisés en dehors des programmes cités. Il n'existe cependant aucune donnée globale sur les réalisations annuelles.

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 diminue également de 27 % en moyenne par entre 2016 (64 M€) et 2018 (34 M€).

La vente domestique d'énergie produite par les chaufferies biomasse sous forme thermique ou électrique (exploitation et maintenance comprises) s'élève à 1 161 M€ en 2016 (pour 37,8 TWh produits), 1 223 M€ en 2017 (pour 38,8 TWh), et 1 312 M€ en 2018 (pour 40,2 TWh).

## Exploitation-maintenance et vente d'énergie : première source d'emploi de la filière



Les emplois liés aux investissements (y compris la fabrication d'équipements destinés à l'export) baissent de 28 % entre 2017 (1 390 ETP) et 2018 (1 000 ETP). En 2018, la fabrication des équipements nécessite 630 ETP (dont 120 ETP destinés à l'exportation). Le secteur de la construction et des études préalables emploie 360 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 dans le secteur collectif. Ces emplois passent de 5 290 ETP en 2017 à 5 500 ETP en 2018.

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

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.

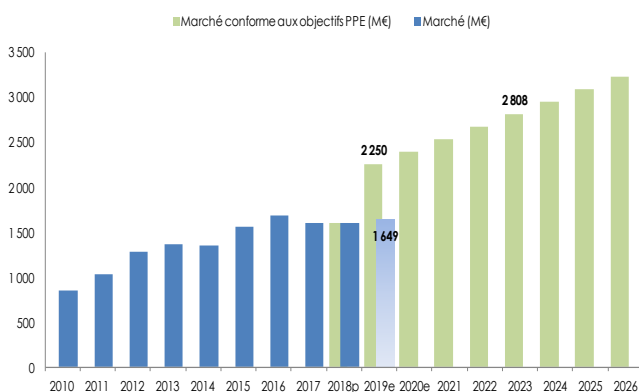
Production de chaleur à partir de biomasse solide (TWh)

2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
120 TWh	145 TWh	157 TWh	169 TWh
Dont 80 TWh pour ménages	Dont 80 TWh pour ménages	Dont 80 TWh pour ménages	Dont 80 TWh pour ménages

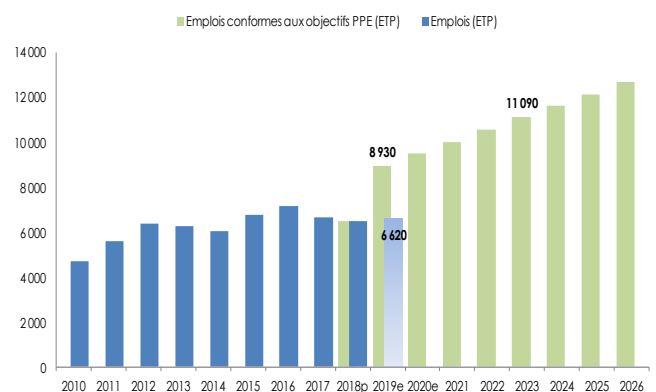
Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

L'objectif moyen en 2028 pour la production de chaleur via les chaudières biomasses représente donc 83 TWh, soit le double de la production actuelle (40,2 TWh en 2018).

Marchés liés au bois-énergie (collectif, industriel, tertiaire : M€)



Emplois associés au bois-énergie (collectif, industriel, tertiaire : ETP)



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir la production de 4,3 TWh thermique chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés au bois-énergie dans les secteurs collectifs, industriels et tertiaires est estimé à 2,3 Mds€ en 2019 et 2,8 Mds€ en 2023. En 2023, les investissements représentent 0,8 Mds€, la vente d'énergie (bois compris) 1,8 Mds€, et l'entretien des installations 0,2 M€. Les emplois atteindraient 11 090 ETP en 2023 : 2 870 ETP liés aux investissements, 1 610 ETP à la production du bois marchands, et 6 610 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 la prévision 2019. Cette tendance est très en-dessous de la trajectoire PPE : 1,6 Mds€ et 6 620 ETP pour la tendance, 2,3 Mds€ et 8 930 ETP pour la trajectoire PPE.

De fait, dans les secteurs collectifs et industriels, la biomasse ne progresse pas comme attendu du fait de la baisse du prix du gaz. Dans le cadre des appels à projets BCIAT géré par l'ADEME, on constate que les industriels se tournent vers des solutions de valorisation des sous-produits de leur activité (déchets de bois). Les réorganisations territoriales ont également rendu plus difficile la concrétisation des projets biomasse.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### Mesures de soutien de la PPE \*

- Favoriser la valorisation chaleur de la biomasse avant 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.

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.*

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

# Résultats détaillés

## Marchés liés au bois-énergie (secteur collectif, industriel et tertiaire)

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	136	131	90	125	174	248	298	251	195	282	292	203	149
Importations d'équipements	39	46	52	50	62	86	109	77	77	75	87	61	46
Construction, Études préalables	46	51	43	48	61	91	114	94	74	82	84	65	53
<b>Total des investissements</b>	<b>221</b>	<b>228</b>	<b>185</b>	<b>223</b>	<b>297</b>	<b>424</b>	<b>521</b>	<b>423</b>	<b>345</b>	<b>439</b>	<b>463</b>	<b>329</b>	<b>249</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>328</b>	<b>338</b>	<b>377</b>	<b>390</b>	<b>421</b>	<b>519</b>	<b>615</b>	<b>714</b>	<b>806</b>	<b>860</b>	<b>935</b>	<b>1 007</b>	<b>1 113</b>
<b>Marché domestique *</b>	<b>548</b>	<b>566</b>	<b>563</b>	<b>613</b>	<b>718</b>	<b>944</b>	<b>1 135</b>	<b>1 137</b>	<b>1 152</b>	<b>1 299</b>	<b>1 397</b>	<b>1 335</b>	<b>1 361</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements et ingénierie	35	34	31	33	46	55	68	103	44	65	64	50	34
<b>Marché total **</b>	<b>583</b>	<b>600</b>	<b>594</b>	<b>646</b>	<b>764</b>	<b>999</b>	<b>1 203</b>	<b>1 240</b>	<b>1 196</b>	<b>1 364</b>	<b>1 462</b>	<b>1 386</b>	<b>1 395</b>
<b>Production **</b>	<b>544</b>	<b>554</b>	<b>542</b>	<b>596</b>	<b>702</b>	<b>914</b>	<b>1 094</b>	<b>1 162</b>	<b>1 119</b>	<b>1 289</b>	<b>1 374</b>	<b>1 324</b>	<b>1 349</b>

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

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

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

## Emplois associés au bois-énergie (secteur collectif, industriel et tertiaire)

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements pour la France	610	530	370	560	720	920	1 110	920	730	1 030	1 110	760	510
Construction, Études préalables	370	390	320	380	470	670	850	700	540	610	600	440	360
<b>Total</b>	<b>980</b>	<b>920</b>	<b>690</b>	<b>940</b>	<b>1 190</b>	<b>1 600</b>	<b>1 960</b>	<b>1 620</b>	<b>1 280</b>	<b>1 640</b>	<b>1 710</b>	<b>1 200</b>	<b>880</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>3 400</b>	<b>3 160</b>	<b>3 350</b>	<b>3 510</b>	<b>3 340</b>	<b>3 780</b>	<b>4 180</b>	<b>4 290</b>	<b>4 580</b>	<b>4 860</b>	<b>5 200</b>	<b>5 290</b>	<b>5 500</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>4 370</b>	<b>4 090</b>	<b>4 040</b>	<b>4 450</b>	<b>4 520</b>	<b>5 370</b>	<b>6 130</b>	<b>5 900</b>	<b>5 860</b>	<b>6 490</b>	<b>6 910</b>	<b>6 490</b>	<b>6 380</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>160</b>	<b>140</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>190</b>	<b>210</b>	<b>260</b>	<b>340</b>	<b>170</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>190</b>	<b>120</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>4 530</b>	<b>4 220</b>	<b>4 160</b>	<b>4 600</b>	<b>4 710</b>	<b>5 580</b>	<b>6 400</b>	<b>6 250</b>	<b>6 030</b>	<b>6 740</b>	<b>7 160</b>	<b>6 680</b>	<b>6 500</b>

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

## Puissances mises en service ; Production d'énergie (secteur collectif, industriel et tertiaire)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Puissance mise en service dans l'année MW</b>	<b>159</b>	<b>218</b>	<b>283</b>	<b>251</b>	<b>271</b>	<b>301</b>	<b>479</b>	<b>691</b>	<b>528</b>	<b>420</b>	<b>343</b>	<b>358</b>	<b>213</b>
Électricité (AO CRE et tarifs d'achats)	0	65	0	20	4	74	20	92	11	36	83	166	9
Fonds chaleur (BCIAT inclus)	159	153	283	232	267	227	459	599	517	384	260	192	204
<b>Production d'énergie (TWh)</b>	<b>21,8</b>	<b>20,4</b>	<b>22,0</b>	<b>23,9</b>	<b>22,9</b>	<b>25,9</b>	<b>29,3</b>	<b>31,4</b>	<b>34,0</b>	<b>36,2</b>	<b>37,8</b>	<b>38,8</b>	<b>40,2</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.

Sources : Estimations In Numeri selon ADEME : Données confidentielles transmises<sup>37</sup> ; Bilans du Fonds Chaleur (dont BCIAT) - Observ'ER, Baromètres des énergies renouvelables électriques en France, 2011 à 2019 - SDES : Bilan des énergies renouvelables ; Tableau de bord des énergies renouvelables – CRE : Délibérations sur les CSPE, Annexes 1

**Note :** Les résultats présentés cette année ne peuvent pas être comparés à ceux de l'édition précédente. Plusieurs révisions sont faites : inventaire des projets CRE (puissance électrique, année de mise en service) ; modification de la série des prix de vente de

<sup>37</sup> Données relatives aux documents « 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 » (2016) et « Synthèse semestrielle des projets BCIAT (2018)

*la chaleur ; prix des plaquettes forestières issus des enquêtes ADEME sur les prix des combustibles bois pour le chauffage industriel et collectif.*



## 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>38</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>39</sup> ; Étude Ernst & Young <sup>40</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 2017 : CN, Branches A38.CJ et A38.CK	**
Construction (ETP)	Construction M€ x Ratio [Production/Emploi]	2006 à 2017 : CN, Branche A88.43	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x Ratio [Production-Sous-traitance/Emploi]	2006-08 et 2016-17 : CN, Branche A88.71 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12	**

<sup>38</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>39</sup> CRE (2014), Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine

<sup>40</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 2011 : SDES, Bilans des EnR 2012 à 2018 : Estimation selon ratio moyen ktep/MW 2006-12	**
Électricité produite (GWh)		2006 à 2011 : SDES, Bilans des EnR 2012 à 2016 : SDES, Tableau de bord EnR 2017 à 2018 : 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>41</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>42</sup>	**
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME <sup>43</sup>	**
<b>Exploitation-maintenance</b>			
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME <sup>44</sup>	**
Valeur (M€)	½ des emplois des installations de production d'énergie autoconsommée x Ratio k€/ETP	2006-08 et 2016-17 : CN, Branche A88.33 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33.11Z	**

(\*) 1 ktep = 11,628 GWh

(\*\*) 1 tep = 0,25 tonnes

<sup>41</sup> ADEME (2019), Coûts des EnR&R en France ; ADEME (2017), Enquête sur les prix des combustibles bois pour le chauffage industriel et collectif en 2017-2018

<sup>42</sup> De 2006 à 2012 : Étude réalisée par BASIC (ADEME, 2012), Enquête sur le prix des combustibles bois en 2011-2012. De 2013 à 2015 : Étude réalisée par CODA Stratégie (ADEME, 2017), Enquête sur le prix des combustibles bois pour le chauffage domestique en 2017

<sup>43</sup> Étude réalisée par Algoé Blézat (ADEME, 2007), Évaluation des emplois de la filière biocombustibles

<sup>44</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 directes. Les marchés correspondant au bois et aux combustibles dérivés utilisés dans la production d'électricité ou de chaleur marchande sont exclus. 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 l'autoproduction de chaleur et d'électricité.

**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 2018, 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 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, électricité, bois marchand 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 dans la gestion des installations de production d'électricité et de chaleur (exploitation et maintenance), 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).

**+ 16 %**

Evolution du marché  
2017-2018

**1 % des  
emplois**

des filières EnR&R étudiées

**4 % des  
marchés**

# 8. Biocarburants de la filière essence

## Points clés

### Progression du taux d'incorporation des biocarburants essence

Les biocarburants apportent la plus grande contribution à l'objectif européen de 10 % d'énergies renouvelables dans les transports à l'horizon 2020. En 2018, les biocarburants essence (bioéthanol, Éther Éthyle Tertiobutyle ETBE et bioessence) représentent 7,82 % (contenu énergétique) de la consommation d'essence en France. En hausse par rapport à 2016 (+12 %), ce pourcentage dépasse les objectifs fixés au niveau français (7 %).

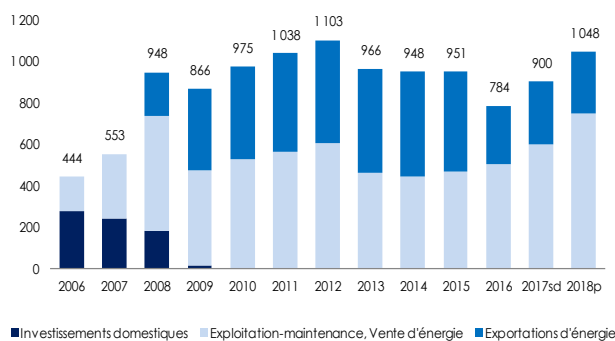
Les échanges extérieurs de bioéthanol et d'ETBE de la France sont structurellement bénéficiaires. Cependant, ce solde ne cesse de baisser depuis 2013 (329 M€), jusqu'à devenir déficitaire en 2018 (-25 M€), notamment avec la hausse du bioessence intégralement importé.

### Tendances observées 2016-2018

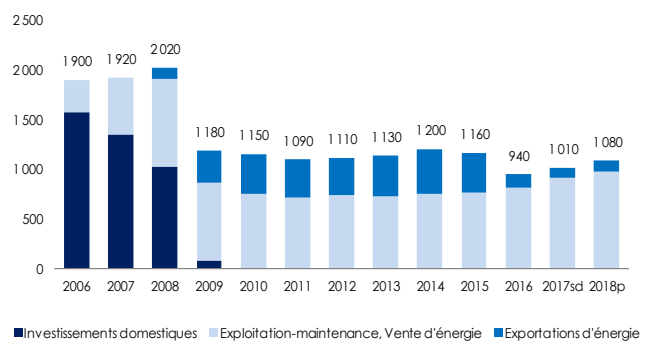
- Taux d'incorporation des biocarburants essence ➔
- Consommation de biocarburants essence (ktep) ➔
- Production de biocarburants essence (ktep) ➔
- Emplois de production de biocarburants essence (ETP) ➔

Les emplois industriels et directs liés à la production de biocarburants essence augmentent de 15 % entre 2016 et 2018, conséquence d'une augmentation de la production de bioéthanol et d'ETBE de 20 % par entre 2016 (547 ktep) et 2018 (653 ktep).

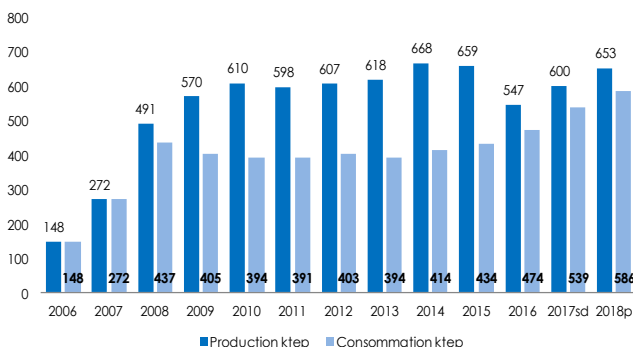
Marchés liés aux biocarburants essence (M€)



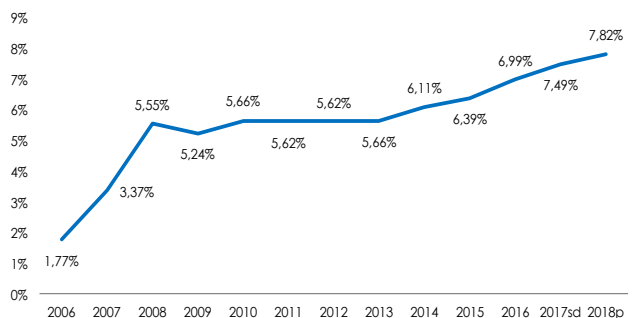
Emplois associés aux biocarburants essence (ETP)



Production et consommation de biocarburants essence (ktep)



Taux d'incorporation des biocarburants essence (%)



## 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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Fabrication</b>	Fabrication des équipements utilisés dans la production des biocarburants essence
<b>Construction</b>	Construction des unités de production de biocarburants essence
<b>Vente d'énergie</b>	Vente de bioéthanol, d'ETBE et de bioessence (Huile Végétale Hydrotraitee HVO)

## Contexte réglementaire

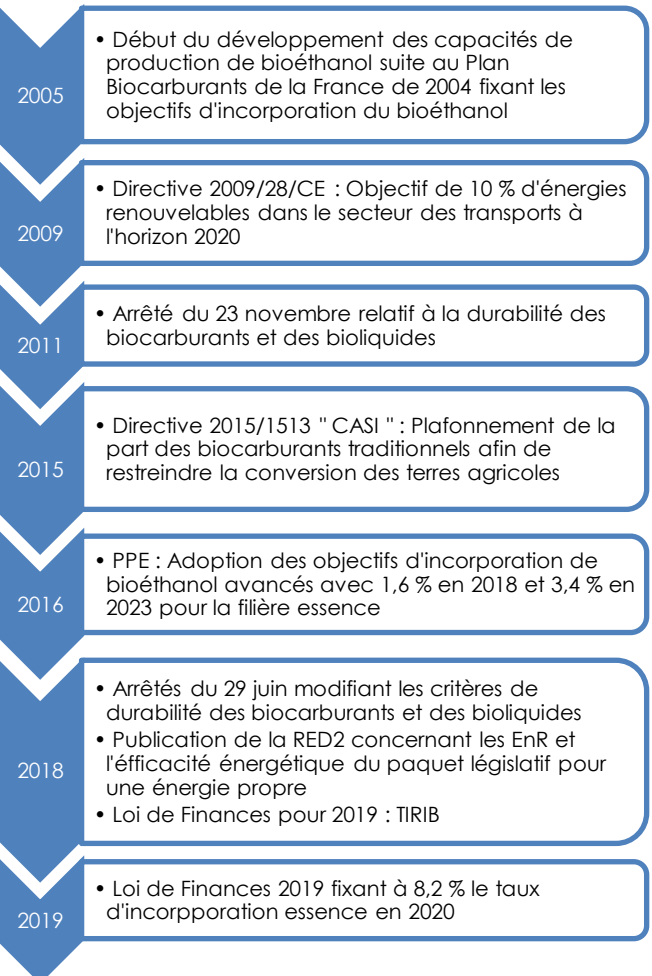
### Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération 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 un objectif d'éthanol incorporé dans l'essence allant de 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009 à 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>45</sup>, début de la déductibilité de la TVA sur l'essence, progression du SP95-E10 destiné à remplacer le SP95.

Le taux d'incorporation de biocarburants dans l'essence est de 7,49 % PCI en 2017 et 7,82 % PCI en 2018. La Loi de Finances 2019 fixe à la hausse les objectifs d'incorporation à 8,2 % pour le pool essence en 2020. 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. Dès 2019, la TGAP sur les carburants devient la Taxe Incitative Relative à l'Incorporation de Biocarburants (TIRIB<sup>46</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.

Fin 2016, la Commission Européenne présente un projet de révision de la directive concernant les énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable, hydrogène)<sup>47</sup>. Le texte final sur la RED2 (Renewable Energy Directive) est publié

<sup>45</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>46</sup> Loi n° 2018-1317 du 28 décembre 2018 de finances pour 2019

<sup>47</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

en décembre 2018<sup>48</sup>. 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 de 1<sup>ère</sup> génération 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.

La RED2 fixe également des critères de durabilité pour les biocarburants produits et consommés. L'un de ces critères impose que l'utilisation des biocarburants issus des usines mises en service avant 2021 dans le secteur des transports atteigne au moins 50 %. Pour les biocarburants issus d'usines mises en service à partir de 2021, ce seuil augmente à 65 %. En France, ce taux est de 69 % en 2018<sup>49</sup>.

### France, huitième producteur mondial de bioéthanol

En 2018, 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 en 2018, la France est le 2<sup>ème</sup> pays consommateur de biocarburants essence destinés au transport (582,8 tep), derrière l'Allemagne (748 tep) et devant le Royaume-Uni (387,2 tep).

Sources : Renewable Fuels Association (RFA) ; EurObserv'ER (2019), État des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan

## Les acteurs de la filière des biocarburants essence

### Fabrication des équipements

En 2017, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire<sup>50</sup> réalise un CA de 1,7 Mds€ (+14 % par rapport à l'année précédente), en employant 8 760 salariés.

La société Maguin SAS est le seul fabricant d'équipements pour l'industrie sucrière en France (32,7 M€ de CA en 2018, dont 4,7 M€ à l'export, pour 160 employés). 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 Bioenergie du Sud-ouest (filiale de l'espagnol Vertex Bioenergy).

- **Tereos** : 3<sup>ème</sup> groupe sucrier au monde et 1<sup>er</sup> en France. Toutes activités confondues, le groupe réalise en 2018/2019 un CA de 4,4 Mds€, en baisse de 334 M€ par rapport à l'exercice précédent<sup>51</sup>. Le groupe emploie 26 000 personnes (permanents et saisonniers). En 2017, sa production mondiale de bioéthanol est de 460 Mhl. Chacune de ses deux unités de production en France, Origny et Lillebonne, ont une capacité de production de 240 000 tonnes.

<sup>48</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>49</sup> Direction Générale de l'Énergie et du Climat, Mise à la consommation de biocarburants en France, Panorama 2018

<sup>50</sup> ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire

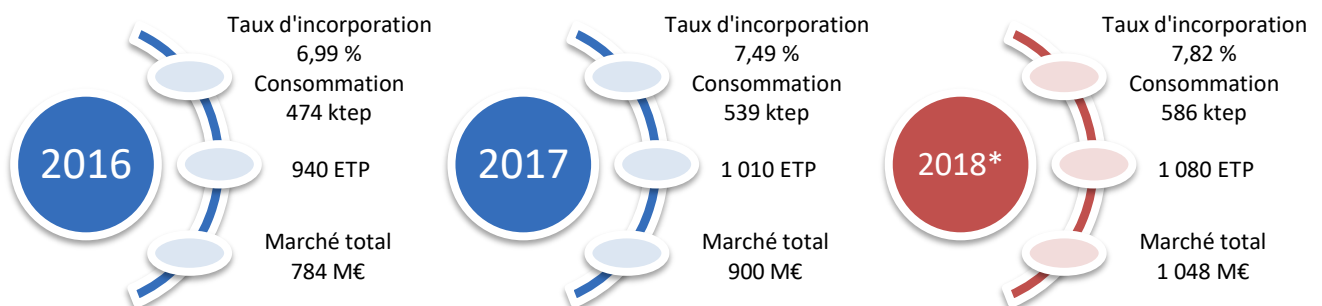
<sup>51</sup> Malgré la hausse des volumes de produits amylicés, d'alcool-éthanol et de sucre en Europe, le CA du groupe est lourdement impacté par la forte baisse des prix du sucre, notamment en Europe.

- **Cristal Union** : Le groupe Cristal Union est le 3<sup>ème</sup> producteur de bioéthanol européen, avec une production de 3,2 Mhl sur l'année d'activité 2018/2019. Sur cette même période, le groupe réalise un CA (toutes activités confondues) de 2 Mds€, en regroupant 10 000 planteurs et en employant 2 000 collaborateurs. Depuis 2015, Cristal Union s'est associé à la société Global Bioenergies qui développe notamment la production d'ETBE entièrement renouvelable en remplaçant l'isobutène fossile par de l'isobutène renouvelable.
- **Bioenergie du Sud-ouest** : Depuis 2008, le groupe possède une capacité de production de 200 000 tonnes à Lacq. En 2018, l'entreprise réalise 153,8 M€ de CA, dont 37,9 M€ à l'exportation, pour un effectif de 65 employés.

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 2018, le taux d'incorporation de l'éthanol et de l'ETBE dans le pool essence est de 6,70 %, contre 6,51 % en 2016. 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. À ce jour, les HVO consommées en France sont intégralement importées. En 2018, leur taux d'incorporation dans le pool essence s'élève à 1,12 %, contre 0,93 % en 2016.

## 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, captation et réutilisation 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.

## Hausse des prix des biocarburants essence à partir de 2017

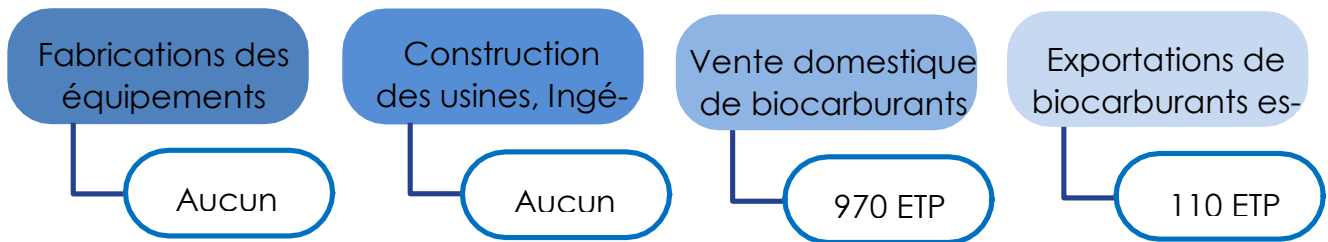
Dans un contexte de surcapacité de production en Europe, les prix des biocarburants essence fluctuent fortement. Après avoir atteint ponctuellement plus de 700 €/m<sup>3</sup> à l'été 2012, ils diminuent à 650 €/m<sup>3</sup> en moyenne en 2013. Les prix ne cessent de baisser, pour atteindre en moyenne 505 €/m<sup>3</sup> en 2016. À partir de 2017, les prix remontent à la hausse, avec en moyenne 530 €/m<sup>3</sup> en 2017 et 561 €/m<sup>3</sup> en 2018.

Entre 2016 et 2018, la baisse moyenne de 7 % par an des ventes du SP95 est compensée par la hausse moyenne des ventes du SP95-E10 (+14 % par an) et du SP98 (+5 % par an). Ainsi, la consommation du bioéthanol et du bioessence passe de 474 ktep en 2016 à 586 ktep en 2018. En 2018, le SP95-E10 représente 44 % des supercarburants, le SP95 33 % et le SP98 23 % (Syndicat National des Producteurs d'Alcool Agricole ; SNPAA).

La valeur de la production des biocarburants essence (y compris pour les exportations) augmente de 15 % en moyenne par an entre 2016 (543 M€ pour 547 ktep de biocarburants essence produits) et 2018 (722 M€ pour 653 ktep de biocarburants essence produits).

## 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 instants agricoles dans les unités de production et à la vente de biocarburants essence.



En 2018, les emplois industriels de production et de vente (y compris à l'exportation) des biocarburants essence s'élèvent à 1 080 ETP, en hausse de 7 % par rapport à 2017.

### 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'agrofourriture) 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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
Emplois industriels et directs *	320	570	1 000	1 110	1 150	1 090	1 110	1 130	1 200	1 160	940	1 010	1 080
Emplois agricoles	810	1 490	2 700	3 130	3 350	3 280	3 330	3 390	3 670	3 620	3 000	3 300	3 590
Emplois indirects	360	670	1 210	1 400	1 500	1 470	1 490	1 520	1 640	1 620	1 350	1 480	1 610
<b>Total</b>	<b>1 490</b>	<b>2 730</b>	<b>4 910</b>	<b>5 640</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>

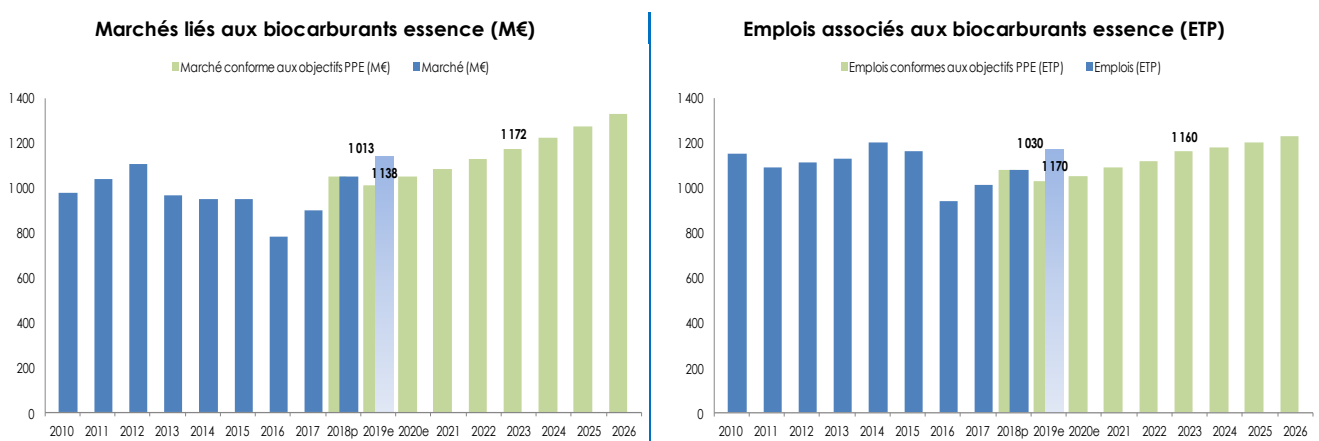
(\*) Somme des emplois liés à l'exploitation et la vente domestique de biocarburants essence et des emplois liés à l'exportation de bioéthanol et d'ETBE (cf. tableau page 88)

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

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

Selon les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie<sup>52</sup>, l'incorporation des biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération ne peut dépasser 7 % de l'énergie contenue dans les carburants aux horizons 2023 et 2028. Rappelons qu'en 2018, ce taux est de 7,82 % pour les biocarburants 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 722 ktep, contre 586 ktep en 2018.



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé

<sup>52</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie



Source : Estimations IN NUMERI

Sur la base de l'objectif 2028 de la PPE, le marché total est estimé à 1 013 M€ en 2019 et 1 172 M€ en 2023. En 2023, la production française de biocarburants de la filière essence (y compris pour l'exportation) augmenterait, passant de 699 M€ en 2019 à 856 M€ en 2023. En 2019, la bioraffinerie de la Mède (Sète ; du 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 importations de HVO. Les importations de biocarburants de la filière essence (bioéthanol et HVO) passeraient de 314 M€ en 2019 à 316 M€ en 2023.

Les emplois atteindraient 1 160 ETP en 2023 : 880 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 la prévision 2019. Cette tendance est supérieure à la trajectoire PPE : 1 138 M€ et 1 170 ETP pour la tendance, 1 013 M€ et 1 030 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### 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.

(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.

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

## 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'élevaient à 1,2 % en 2023 et 3,8 % en 2028.

Le procédé Futurol vise à produire de l'éthanol de 2<sup>ème</sup> génération (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 Développement ; 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 de 1<sup>ère</sup> génération 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 du retard (mise en service reportée à fin 2021). Faute d'information précise sur le commencement des travaux de construction de l'usine, ces investissements ne sont pas pris en compte.

# Résultats détaillés

## Marchés liés aux biocarburants de la filière essence

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Équipements fabriqués en France	165	145	108	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	110	96	72	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total des investissements</b>	<b>275</b>	<b>241</b>	<b>180</b>	<b>12</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>312</b>	<b>557</b>	<b>461</b>	<b>527</b>	<b>563</b>	<b>607</b>	<b>462</b>	<b>441</b>	<b>468</b>	<b>505</b>	<b>596</b>	<b>747</b>
Biocarburants essence produits en France	168	312	344	181	239	305	313	286	247	222	264	321	421
ETBE et HVO importés *	0	0	213	281	288	258	293	175	194	247	241	275	326
<b>Marché domestique **</b>	<b>444</b>	<b>553</b>	<b>737</b>	<b>474</b>	<b>527</b>	<b>563</b>	<b>607</b>	<b>462</b>	<b>441</b>	<b>468</b>	<b>505</b>	<b>596</b>	<b>747</b>
<b>Exportations</b>													
Bioéthanol et ETBE	0	0	211	392	448	475	497	504	507	483	279	305	301
<b>Marché total ***</b>	<b>444</b>	<b>553</b>	<b>948</b>	<b>866</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>900</b>	<b>1 048</b>
<b>Production ***</b>	<b>444</b>	<b>553</b>	<b>735</b>	<b>585</b>	<b>687</b>	<b>780</b>	<b>810</b>	<b>790</b>	<b>754</b>	<b>704</b>	<b>543</b>	<b>625</b>	<b>722</b>

(\*) Importations d'ETBE 2006-2007 et exportations de bioéthanol et d'ETBE 2006-2007 : n.d. (non disponible)

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

(\*\*\*) Marché total = Marché domestique + 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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	830	700	530	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	750	650	490	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1 570</b>	<b>1 350</b>	<b>1 020</b>	<b>70</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 maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>320</b>	<b>570</b>	<b>890</b>	<b>790</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>Liés au marché domestique</b>	<b>1 900</b>	<b>1 920</b>	<b>1 910</b>	<b>860</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>Liés aux exportations de bioéthanol et ETBE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>320</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>Total des emplois</b>	<b>1 900</b>	<b>1 920</b>	<b>2 020</b>	<b>1 180</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>

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

## Production et consommation de biocarburants de la filière essence

ktep	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Capacité totale en fin d'année (kt)	240	640	960	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120	1 120
Consommation domestique	148	272	437	405	394	391	403	394	414	434	474	539	586
Importations	n. d.	n. d.	73	117	107	83	76	51	64	100	137	157	168
Exportations	n. d.	n. d.	127	282	322	289	279	275	318	324	210	218	236
Production	148	272	491	570	610	598	607	618	668	659	547	600	653

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 (anciens TGAP)

**Note :** Cette année, on apporte une correction en prenant compte des HVO (bioessence) dans les importations de biocarburants de la filière essence. Les HVO consommées en France sont pour l'instant intégralement importées. Par conséquent, les résultats présentés cette année sont différents de ceux des éditions précédentes.

## 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 2018 : Bilans TIRIB (ex. TGAP)	**
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	*

(\*) 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

# 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 domestiques

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 services 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 2018 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 le 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 par la suite 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 2018), faute d'informations précises, on se base sur les bilans TIRIB (ex. TGAP) 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. Biogaz

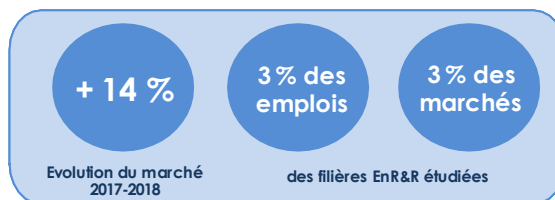
## Points clés

### Marchés et emplois en hausse de 70 % entre 2016 et 2018

La méthanisation agricole se développe rapidement du fait de son intérêt dans la gestion de la matière organique et de l'opportunité qu'elle offre pour une diversification des revenus agricoles.

Fin 2018, la France compte plus de 750 unités de méthanisation produisant du biogaz (SDES, SINOE). La consommation d'énergie finale issue du biogaz en France est en très forte progression depuis 2010, avec 6 475,1 GWh en 2018 (SDES).

Les marchés et les emplois connaissent une croissance continue depuis 2006.



### Tendances observées 2016-2018

Nombre d'installations annuelles

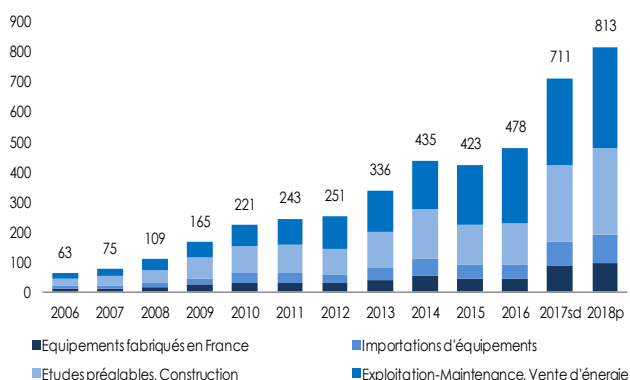
Investissements annuels (M€)

Emplois liés aux investissements (ETP)

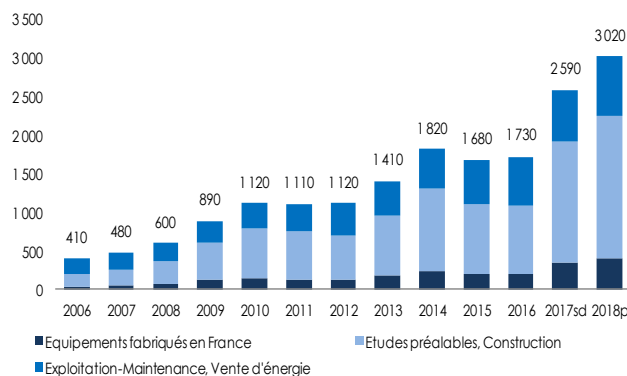
Emplois liés à la vente d'énergie (ETP)

En 2018, le marché total de la filière s'élève à 813 M€, contre 478 M€ en 2016 (+70 %), pour 3 020 ETP (en hausse de 75 % par rapport à 2016).

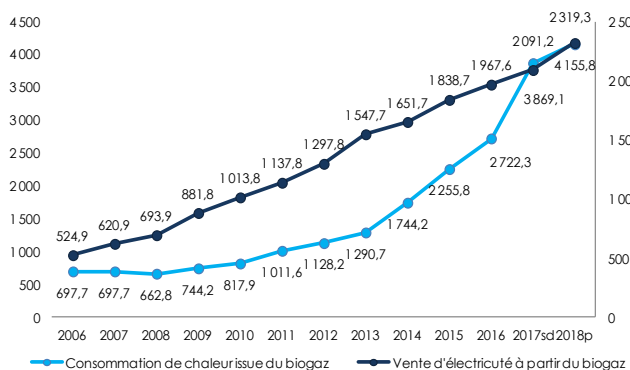
Marchés liés au biogaz (M€)



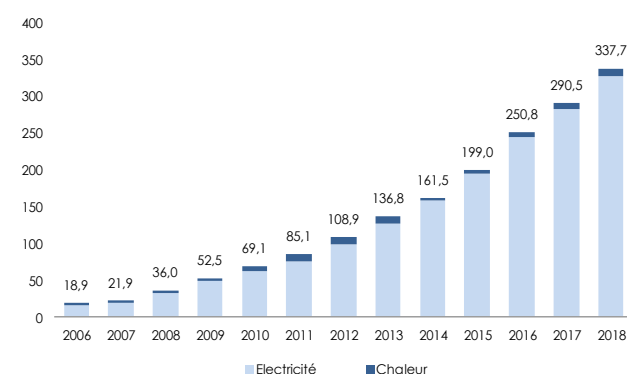
Emplois associés au biogaz (ETP)



Consommation de chaleur et vente d'électricité (GWh)



Valeur de l'énergie vendue (M€)



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

Les emplois sont limités aux emplois directs associés à la production et la valorisation énergétique du biogaz : méthanisation agricole et centralisée, méthanisation des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) et des boues de STEP (Stations d'Épuration des eaux usées), 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 (méthanisation). Ils sont donc exclus de la présente fiche.

En 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, 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

# Contexte réglementaire

## Évolution du dispositif de soutien pour les producteurs d'électricité

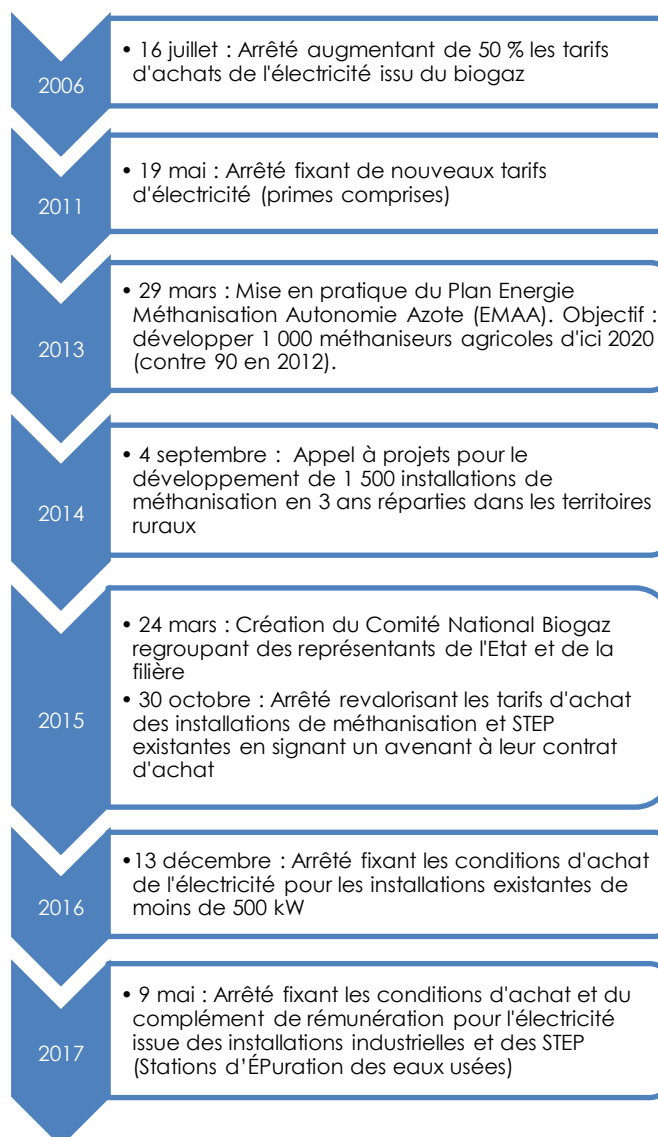
À partir de 2006, différentes mesures créaient des conditions favorables au développement de la filière, notamment l'augmentation du prix d'achat de l'électricité issue du biogaz, l'autorisation d'injection du biogaz épuré dans le réseau de distribution de gaz naturel, la clarification du régime au titre des installations classées, et l'éligibilité du biogaz dans le cadre des appels d'offres biomasse (Biomasse, Chaleur, Industrie, Agriculture, Tertiaire BCIAT).

Jusqu'en 2016, les installations de méthanisation produisant de l'électricité (par cogénération) sont soutenues par l'obligation d'achat de l'électricité produite à un tarif fixé par arrêté. Ce dispositif évolue en 2016. Dorénavant, les méthaniseurs de plus de 500 kW sont soutenus par appels d'offres, tandis que les méthaniseurs de moins de 500 kW continuent à être soutenus par le mécanisme de l'obligation d'achat, avec un tarif d'achat garanti pendant 20 ans. Les tarifs d'achat de l'électricité des nouvelles unités de méthanisation 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 de base 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 sont compris entre 4,5 et 9,5 c€/kWh pour les ISDND. Pour les autres unités, ils sont compris entre 6,4 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 37 M€ en 2016, 41 M€ en 2017 et 22 M€ en 2018.

## Lancement des appels d'offre

Pour les installations de moins de 500 kW, l'obligation d'achat reste en vigueur. Selon l'arrêté du 9 mai 2017<sup>53</sup>, les tarifs d'achat de l'électricité issue des STEP se calculent à partir d'un tarif de base situé entre 70,9 €/MWh et 175,4 €/MWh. À partir du 1<sup>er</sup> juillet 2017, ce tarif de base diminue de 0,5 % par trimestre pour les nouveaux contrats.

Pour les installations supérieures à 500 kW, la CRE lance son cinquième appel d'offre (CRE 5) en février 2016 pour un volume total de 180 MWe. Cet appel d'offres comporte 3 périodes de candidatures réparties sur 3 ans. L'appel d'offres repose sur un volume annuel de 50 MWe de nouvelles installations en bois-énergie de plus de 300 kWe, et un volume annuel de 10 MWe de nouvelles installations de méthanisation de plus de 500 kWe. Les résultats sont les suivants :

<sup>53</sup> Arrêté du 9 mai 2017 fixant les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité produite par les installations utilisant à titre principal du biogaz produit par méthanisation de matières résultant du traitement des eaux usées urbaines ou industrielles

- **CRE 5-1 d'avril 2017** - 2 projets en méthanisation (agricoles) d'une puissance de 4,1 MW
- **CRE 5-2 de février 2018** - 2 projets en méthanisation d'une puissance de 1,3 MW
- **CRE 5-3 de décembre 2019** - 1 projet en méthanisation d'une puissance de 1,59 MW

### Production de biogaz en Europe

En 2018, l'Allemagne est le premier pays européen en termes de production primaire de biogaz, avec 88,7 TWh, soit 45 % de la production de l'Union Européenne (195,8 TWh). Les autres pays européens sont loin derrière l'Allemagne : Royaume-Uni (32,7 TWh), Italie (10,4 TWh), et France (10,2 TWh).

Source : EurObserv'ER (2019), *Etat des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan*

## Les acteurs de la filière du biogaz

### Équipements

En Europe, les principales entreprises du secteur de la méthanisation sont allemandes ou autrichiennes (Schmack Biogas et Strabag). En France, le leader est Valorga, intégré dans Urbaser Environnement (filiale française du groupe espagnol Urbaser). En 2018, l'entreprise Urbaser Environnement affiche un CA de 37 M€ et emploie plus de 380 salariés.

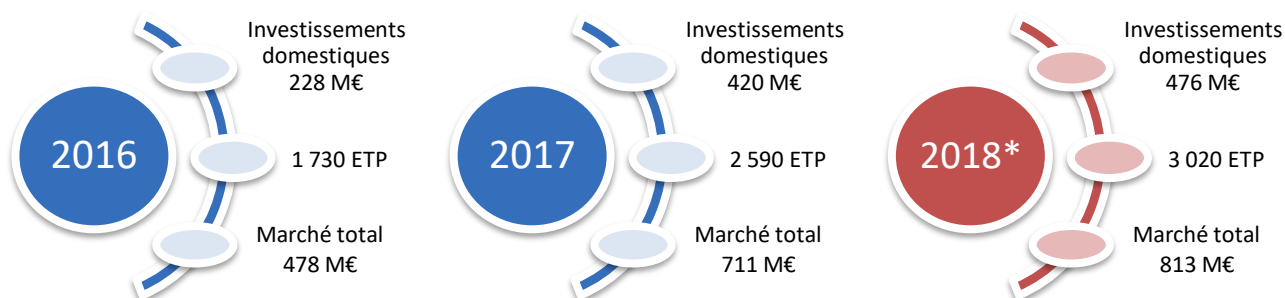
Les premiers constructeurs européens de moteurs à gaz naturel utilisés dans la valorisation du biogaz sont des filiales généralement allemandes de groupes américains (Waukesha Dresser, GE Jenbacher, Caterpillar). On compte aussi des entreprises anglaises (Centrax, Clarke Energy).

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 biogaz 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. Outre les filiales de Veolia et Suez Environnement, les principales PME sont Proserpol (Neyrtec Environnement) et Naskéo Environnement.

## 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 effluents agro-alimentaires et agricoles (unités à la ferme/agricoles et 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 2018, plus de 590 unités produisent et valorisent du biogaz (hors ISDND ; base SINOE). L'essentiel du parc (70 %) concerne les unités agricoles avec 414 installations, dont 378 en cogénération et 36 en injection. S'en suivent les unités industrielles (55), les STEP (54), ainsi que les unités centralisées (54, dont 39 en cogénération et 15 en injection). Au final, il existe 14 unités de méthanisation des DMA (dernière mise en service en 2015).

À ce parc, s'ajoutent les 154 ISDND<sup>54</sup> produisant de l'électricité (d'une puissance totale de 269 MW) et 7 ISDND produisant du biométhane injecté dans les réseaux de gaz (pour une production annuelle de 143 GWh).

## Forte hausse des investissements à partir de 2016

En 2017, le rythme de construction des installations (hors ISDND) est soutenu. Selon SINOE, 52 nouvelles installations sont mises en service en 2017 : 43 unités agricoles, 8 unités centralisées et une STEP en cogénération. Pour les ISDND, 3 nouvelles installations de production d'électricité 2 nouvelles unités de production de biométhane sont mises en service cette même année (SDES). Leur exploitation reste une activité très concentrée, assurée par Suez Environnement, Veolia.

En 2017, les investissements domestiques s'élèvent à 420 M€, en forte hausse de 85 % par rapport à 2016. La clarification récente des conditions de soutien contribue notamment à améliorer les prises de décision et à faciliter l'obtention des financements.

Ces investissements continuent d'augmenter en 2018, mais de façon plus modérée (+13 %). Cette année, 92 nouvelles installations (hors ISDND) sont mises en service en 2018, dont 83 unités agricoles, 8 unités centralisées et une STEP en injection. Quant aux ISDND, 5 nouvelles unités de production d'électricité (d'une puissance de 6 MW) et 5 nouvelles unités de biométhane injecté (pour une production annuelle de 143 GWh) sont mises en service cette même année (SDES).

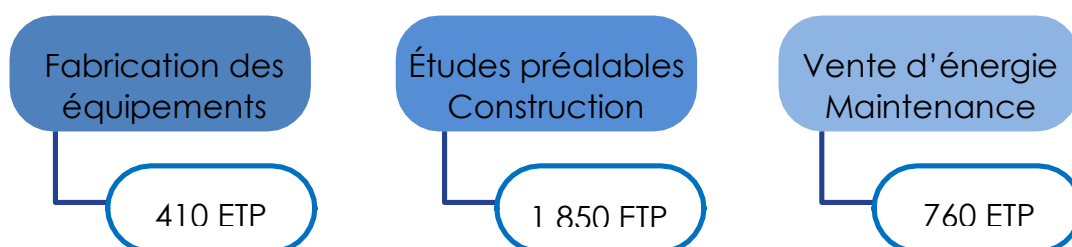
## Hausse de la valeur de l'énergie vendue

La valeur de l'énergie vendue passe de 251 M€ en 2016 à 291 M€ en 2017 et 338 M€ en 2018.

Selon le SDES, la production d'électricité issue du biogaz augmente en moyenne de 9 % par an entre 2016 et 2018, passant de 169,2 ktep (2 TWh) à 199,5 ktep (2,3 TWh). La hausse des tarifs d'achat est de 5 % par an en moyenne sur cette période. Ces derniers passent de 139,2 €/MWh en 2016 à 153,6 €/MWh en 2018 (CRE).

La consommation d'énergie thermique issue du biogaz augmente fortement de 42 % entre 2016 (2 722,3 GWh) et 2017 (3 869,1 GWh). Cette consommation augmente de façon plus modérée l'année suivante, de 7 %, atteignant ainsi 4 155,8 GWh.

## Des emplois majoritairement dans les études et la construction des installations



En 2018, la filière biogaz emploie 3 020 ETP, une augmentation de 17 % par rapport à 2017 due à la hausse des investissements réalisés. Ces emplois se situent principalement dans la construction des unités, l'installation des équipements et les études préalables nécessaires, avec 1 850 ETP. Les emplois de fabrication d'équipements passent de 350 ETP en 2017 à 410 ETP (+17 %). Ceux associés à la vente d'énergie s'élèvent à 760 ETP en 2018, en hausse de 18 % par rapport à 2017.

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) pour la filière « méthanisation » à horizon 2023 et 2028.

Consommation primaire de biogaz (TWh)

2016	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
5,4 TWh dont 0,4 TWh injecté	14 TWh dont 6 TWh injecté	24 TWh dont 14 TWh injecté	32 TWh dont 22 TWh injecté

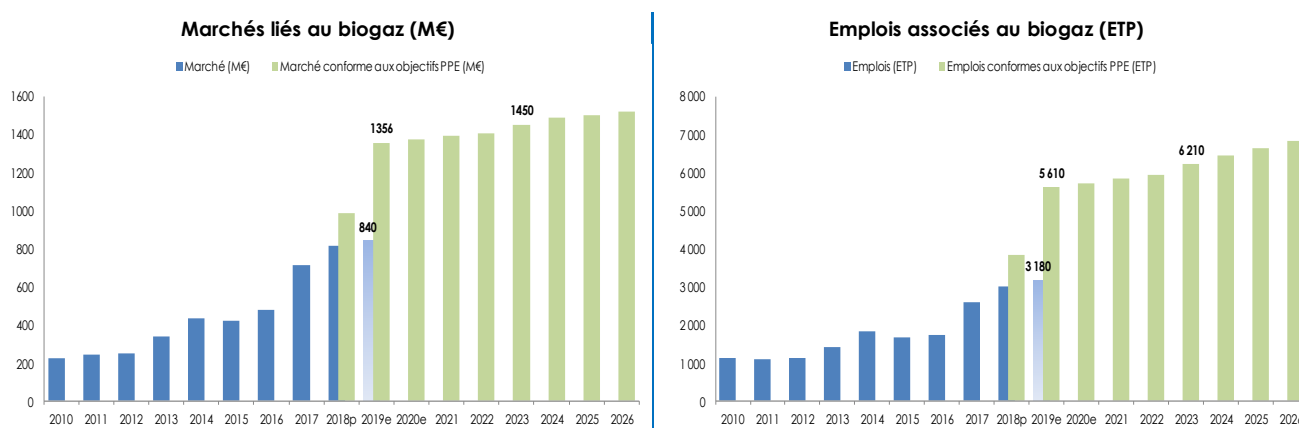
Source : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

Les objectifs moyens 2028 correspondent donc à une production primaire de 18 TWh de biogaz en injection (contre seulement 2 TWh en 2018 ; SDES) et 10 TWh de biogaz en cogénération (contre 7 TWh en 2018).

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.

<sup>54</sup> SDES, Tableau de bord du biogaz et du biométhane, 4<sup>ème</sup> trimestre 2018





(\* ) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; 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 1 356 M€ en 2019 et 1 450 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent toujours la majeure partie du marché, avec 1 030 M€, l'exploitation-maintenance des différentes installations étant estimé à 420 M€. Les emplois atteindraient 6 210 ETP en 2023 : 4 870 ETP liés aux investissements et 1 340 ETP liés à l'exploitation et la maintenance.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par la prévision 2019. Cette tendance est très inférieure à la trajectoire PPE : 840 M€ et 3 180 ETP pour la tendance, 1 356 M€ et 5 610 ETP pour la trajectoire PPE.

Même si les conditions de décollage de la filière biogaz sont désormais réunies, pour l'instant, le secteur semble avoir encore besoin des dispositifs de soutien public<sup>55</sup>. Les projets restent peu rentables et les porteurs de projets se heurtent à des problèmes de financement. Le retour sur investissement d'une usine de méthanisation agricole reste long, 3 à 5 ans en moyenne grâce aux aides publiques. 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.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

## Perspectives à moyen terme avec les projets soutenus par l'ADEME

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 (projet retenu en 2017 = mise en service en 2019-2020).

- **Fonds Chaleur et Fonds Déchets 2017** : 111 nouveaux projets soutenus (79 unités agricoles, 25 unités centralisés, 3 STEP, 2 unités industrielles et 2 ISDND). Coût total des projets : 317,9 M€, dont 153,2 M€ pour les unités de valorisation thermique et d'injection du biogaz dans le réseau et 164,7 M€ pour les projets en cogénération. Capacité de production d'énergie de 404,9 GWh (97,8 GWh en cogénération et 307,1 GWh en injection) ;
- **Fonds Chaleur et Fonds Déchets 2018** : 129 nouveaux projets soutenus (94 unités agricoles, 26 unités centralisés, 6 STEP et 3 unités industrielles). Coût total de 453,3 M€, dont 287,7 M€ pour les unités de valorisation thermique et d'injection du biogaz dans le réseau et 165,6 M€ pour les projets en cogénération. Capacité de production d'énergie de 793,1 GWh (164,8 GWh en cogénération et 628,3 GWh en injection) ;
- **Fonds Chaleur et Fonds Déchets 2019** : 152 nouveaux projets (82 unités agricoles, 60 unités centralisés, 6 STEP, 3 unités industrielles et 1 ISDND). Montant des projets : 716,8 M€, dont 611,7 M€ pour les projets de valorisation thermique et d'injection du biogaz dans le réseau et 105,1 M€ pour les projets en cogénération. Capacité de production d'énergie de 1 358,7 GWh (112 GWh en cogénération et 1 246,7 GWh en injection).

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.

<sup>55</sup> Xerfi (2016), Le marché du biogaz à l'horizon 2015-2020 – Dynamique par filière et décryptage du modèle économique d'un projet

# Résultats détaillés

## Marchés liés au biogaz

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	9	11	15	22	30	31	28	40	54	44	45	84	95
Importations d'équipements	9	11	15	22	30	31	28	40	54	44	45	84	95
Études préalables, Construction	26	32	44	68	92	95	86	120	165	135	137	253	286
<b>Total des investissements</b>	<b>44</b>	<b>53</b>	<b>73</b>	<b>112</b>	<b>152</b>	<b>158</b>	<b>142</b>	<b>199</b>	<b>274</b>	<b>224</b>	<b>228</b>	<b>420</b>	<b>476</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>52</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	<b>109</b>	<b>137</b>	<b>161</b>	<b>199</b>	<b>251</b>	<b>291</b>	<b>338</b>
<b>Marché total *</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>109</b>	<b>165</b>	<b>221</b>	<b>243</b>	<b>251</b>	<b>336</b>	<b>435</b>	<b>423</b>	<b>478</b>	<b>711</b>	<b>813</b>
<b>Production **</b>	<b>54</b>	<b>64</b>	<b>94</b>	<b>142</b>	<b>191</b>	<b>211</b>	<b>223</b>	<b>296</b>	<b>381</b>	<b>379</b>	<b>433</b>	<b>627</b>	<b>719</b>

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

(\*\*) *Production = Marché total – Importations*

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

## Emplois associés au biogaz

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	40	50	60	120	150	130	120	180	240	200	200	350	410
Études préalables, Construction	170	210	300	490	650	630	590	790	1 070	910	900	1 560	1 850
<b>Total</b>	<b>210</b>	<b>260</b>	<b>360</b>	<b>610</b>	<b>800</b>	<b>760</b>	<b>710</b>	<b>960</b>	<b>1 310</b>	<b>1 100</b>	<b>1 090</b>	<b>1 910</b>	<b>2 260</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>270</b>	<b>320</b>	<b>350</b>	<b>410</b>	<b>450</b>	<b>510</b>	<b>580</b>	<b>630</b>	<b>680</b>	<b>760</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>410</b>	<b>480</b>	<b>600</b>	<b>890</b>	<b>1 120</b>	<b>1 110</b>	<b>1 120</b>	<b>1 410</b>	<b>1 820</b>	<b>1 680</b>	<b>1 730</b>	<b>2 590</b>	<b>3 020</b>

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

## Parc des installations de valorisation du biogaz

Nombre	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
DMA	3	3	4	5	8	9	10	10	12	14	14	14	14
STEP et unités industrielles	73	80	82	87	96	99	100	100	100	102	107	108	109
Unités agricoles	4	6	9	14	27	42	97	132	186	240	288	331	414
Unités centralisées	2	2	3	4	5	8	15	18	25	32	38	46	54
ISDND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	146	151	161
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>91</b>	<b>98</b>	<b>110</b>	<b>136</b>	<b>158</b>	<b>222</b>	<b>260</b>	<b>323</b>	<b>526</b>	<b>593</b>	<b>650</b>	<b>752</b>

*Sources : SINOE ; SDES, Tableaux de bord du biogaz et du biométhane, 4ème trimestre*

## Consommation finale d'énergie issue de la valorisation du biogaz

GWh	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Consommation de chaleur	697,7	697,7	662,8	744,2	817,9	1 011,6	1 128,2	1 290,7	1 744,2	2 255,8	2 722,3	3 869,1	4 155,8
Production d'électricité	524,9	620,9	693,9	881,8	1 013,8	1 137,8	1 297,8	1 547,7	1 651,7	1 838,7	1 967,6	2 091,2	2 319,3

*Sources : SDES, Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables*

**Note :** *Des corrections sont apportées sur la série des prix moyens pondérés de la chaleur, données issues des enquêtes annuelles du SNCU. 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>Investissements (M€)</b>			
Méthanisation des DMA (M€)	Répartition du coût sur 3ans : 25 % (n-2) + 50 % (n-1) + 25 % (n)	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>	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	Base SINOE ; ADEME 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	Base SINOE ; ADEME 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) Estimations des projets retenus à partir de 2016	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, Bi- lans 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, Bi- lans Fonds Chaleur et Fonds Déchets Quantité vendue : SDES ; ADEME Prix : Enquêtes SNCU	***
<b>Emplois d'investissement (ETP)</b>			
Fabrication des équipements (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2017 : ESANE (NAF 28) et CN (Branche A38.CK)	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2017 : ESANE (NAF 71.12B) et CN (Branche A88.71)	**
Construction (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2017 : 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	**
Installations de méthanisation (ETP)	Tonnage x ratio de 0,07 ETP/kt	SINOE ; SER	**
Autres installations (ETP)	Nombre d'installation x ratio de 0,90 ETP/installation	ADEME, Bilans Fonds Chaleur et Fonds Déchets	**

(\*) 1 ktep = 11,63 GWh

# 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).

La fiche suit également la production d'énergie marchande par les installations valorisant le biogaz sous forme de chaleur et d'électricité. La valorisation sous forme de biogaz « carburant » n'est pas prise en compte actuellement.

## Investissements domestiques

Pour les trois premières filières, on fait le point sur le développement des unités de production du biogaz à partir des données de SINOE (unités mises en service entre 2006 et 2018) et des projets soutenus par les Fonds Chaleur et Fonds Déchets de l'ADEME (projets acceptés dont l'ouverture est supposée à partir de 2018).

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 de ces investissements à la production et à la valorisation du biogaz, l'autre 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 domestiques 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 domestique 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 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].

+ 7 %

Evolution du marché  
2017-20184 % des  
emplois

des filières EnR&amp;R étudiées

2 % des  
marchés

# 10. Géothermie

## Points clés

### Croissance de la géothermie dans les secteurs collectif et tertiaire

Alors que, depuis 2008, le marché de la géothermie de surface (très basse énergie assistée par PAC) chez les particuliers poursuit sa baisse, la géothermie poursuit sa progression dans les secteurs collectif et tertiaire, grâce en particulier aux aides du Fonds Chaleur (FC) de l'ADEME.

Entre 2009 et 2018, 537 projets de géothermie de surface sont aidés par le FC, pour 295,4 M€ d'investissement. Ces projets se traduisent à terme par la production de 337,4 GWh d'énergie renouvelable supplémentaire.

Depuis 2010, 36 nouveaux projets de géothermie profonde de basse énergie alimentent en usage direct principalement les réseaux de chaleur des bassins Parisien et Aquitaine.

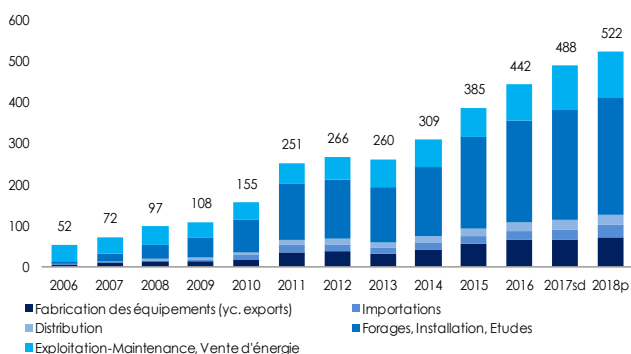
### Tendances observées 2016-2018

Investissements domestiques (M€) Emplois associés aux investissements (ETP) Valeur de l'énergie vendue (M€) Emplois associés à la vente d'énergie (ETP) 

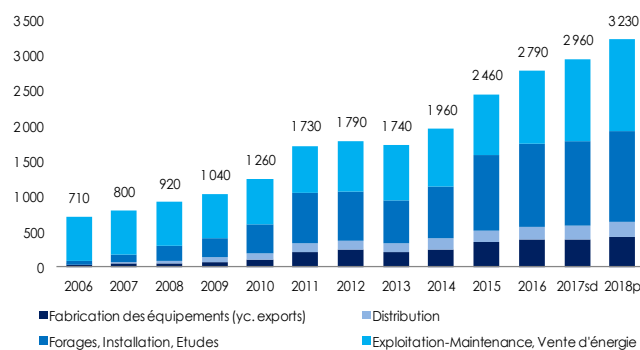
La technologie *Enhanced Geothermal System (EGS)* pour l'exploitation de la géothermie profonde de haute énergie (électrique, en cogénération) connaît une 1<sup>ère</sup> application avec la mise en service en 2016 des deux centrales Soutz-sous-Forêts et Rittershoffen.

En 2018, le marché total s'élève à 522 M€, en hausse de 18 % par rapport à 2016. Les emplois passent de 2 790 ETP en 2016 à 3 230 ETP en 2018 (+16 %).

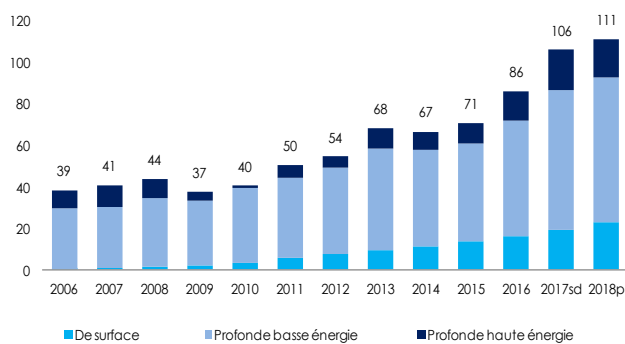
Marché total lié à la géothermie (M€)



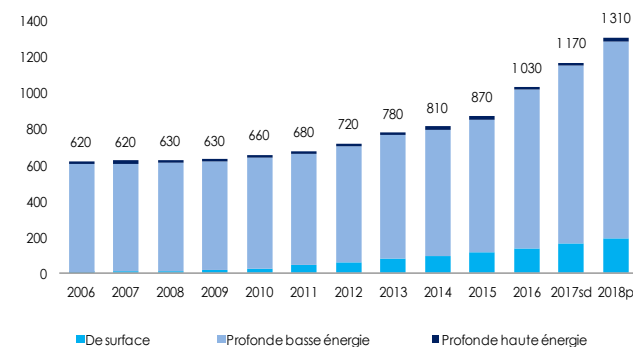
Emplois associés à la géothermie (ETP)



Marché d'exploitation-maintenance et énergie vendue (M€)



Emplois d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie (ETP)



(\*) Hors emplois d'exploitation-maintenance et de vente d'énergie des centrales EGS (en cogénération)

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

Les emplois sont limités aux emplois directs : fabrication et installation des équipements (y.c. PACgéo posées dans le collectif-tertiaire), travaux de forage, études préalables, exploitation-maintenance des unités, et vente d'énergie. Les emplois indirects (fabricants de PAC et 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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Fabrication</b>	Fabrication des équipements géothermiques
<b>Forages, Installation, Études</b>	Pose des équipements
<b>Vente d'énergie</b>	Exploitation, maintenance des unités de production, vente d'énergie

# Contexte réglementaire

## Filière en pleine structuration et bénéficiant d'un soutien

Entre 2009 et 2018, 35 projets de géothermie en aquifère profond bénéficient d'une aide du FC de l'ADEME. Pour 459,9 M€ d'investissement, ces projets se traduisent par la production de 1 361,4 GWh d'énergie renouvelable supplémentaire.

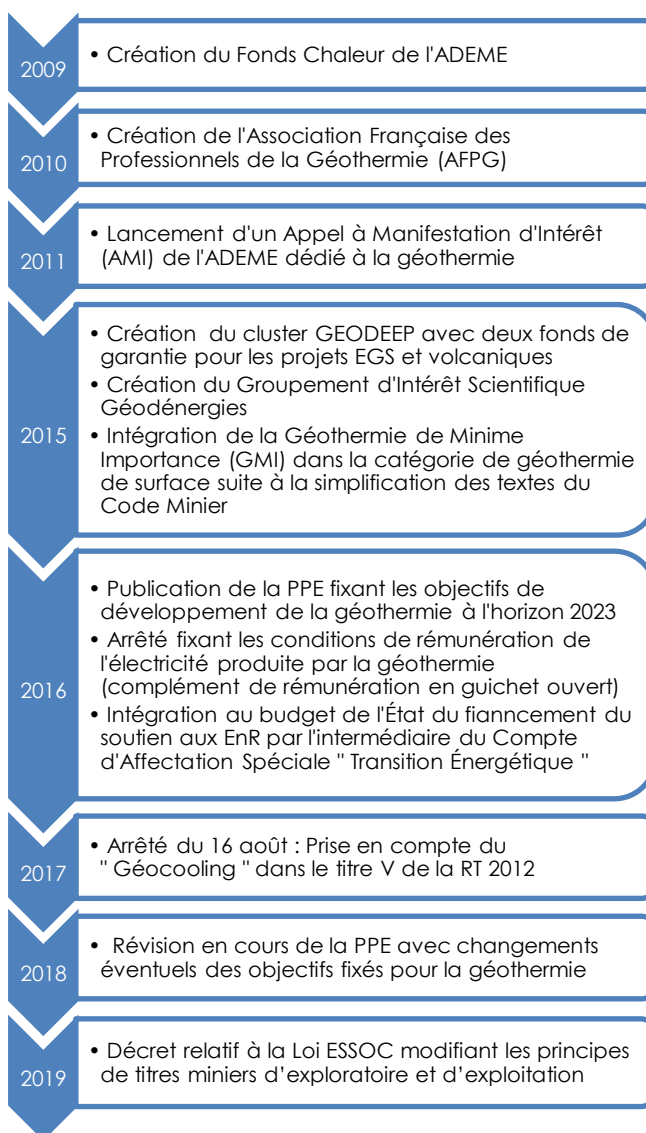
En 2010, grâce au soutien de l'ADEME, la profession accomplit un important effort de structuration avec la création de l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG) regroupant une centaine d'adhérents. Cet effort s'accompagne par la simplification de la réglementation, la montée 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 est composé d'une quinzaine d'entreprises dont la vocation est de faire la promotion du savoir-faire français à l'exportation. GEODEEP contribue à la création d'un fonds de garantie de 50 M€. L'ADEME contribue à hauteur de 16,1 M€ à ce fonds. En novembre 2019, ce fond reçoit l'accord sur la notification européenne. Le cluster GEODEEP contribue également à la mise en place de deux fonds destinés à couvrir les risques géothermiques :

- Dédié à la filière EGS en France continentale (basé sur un flux de financement public et privé), le premier, vise à réduire les risques liés aux aléas géologiques (compensation en cas d'échec).
- Le deuxième est destiné à la géothermie volcanique et à l'action internationale.

Actuellement, les opérations entreprises par GEODEEP, démarrées début 2015 et étalées sur 4 ans, 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

Entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2015, le décret n° 2015-15<sup>56</sup> porte sur les gîtes Géothermiques de Minime Importance (GMI). Faisant une exception à la géothermie de surface, ce texte 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.

L'application de la nouvelle réglementation européenne sur le soutien au développement des énergies renouvelables se traduit par la fin des tarifs d'achat. L'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). La nouvelle PPE est revenue sur le tarif d'achat et désormais tout nouveau projet à compter de 2020 ne pourra plus en bénéficier.

<sup>56</sup> Décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015 modifiant le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 modifié relatif aux titres de recherches 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, l'annexe de l'article R. 122-2 et l'article R. 414-27 du code de l'environnement

Depuis 2017<sup>57</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>58</sup> relatif à la Loi ESSOC<sup>59</sup> modifie les principes de titres miniers d'exploratoire et d'exploitation en enlevant la notion de température, et permet ainsi la coextraction de minéraux en solution.

### France, 1<sup>er</sup> consommateur de chaleur géothermique de l'UE

En 2019, la France est le plus grand consommateur de chaleur issue de la géothermie de l'UE (2 177,9 GWh), devant l'Italie (1 733,7 GWh), la Hongrie (1 444,2 GWh) et l'Allemagne (1 239,5 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, 129,7 GWhe produits), largement distancée par l'Italie (915,5 MW et 6,1 TWhe), le Portugal (34,3 MW pour 230,4 GWhe) et l'Allemagne (38 MW et 178 GWhe).

Source : EurObserv'ER (2019), *État des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>ème</sup> bilan*

## Les acteurs de la filière de la géothermie

### 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. Dalkia exploite ainsi 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 42 réseaux de chaleur et de froid (890 M€ de CA en 2017) et Coriance gère 30 réseaux de chaleur et de froid et dispose de 28 puits de géothermie (CA de 187 M€ en 2018). 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).

### Réalisation des investissements

Les principaux intégrateurs et développeurs de projets géothermiques sont CFG Services (filiale du Bureau de Recherches Géologiques et Minières BRGM ; 4,1 M€ de CA pour 20 salariés en 2018), Fonroche (avec une dizaine de projets en cours représentant 400 M€ d'investissement d'ici 2025), Teranov, Électerre de France, et ÉS-Géothermie.

La réalisation des investissements mobilise de nombreuses compétences industrielles : entreprises de forage, entreprises de construction (installateurs) et fabricants d'équipements.

En 2017, 375 entreprises sont spécialisées dans les forages et sondages<sup>60</sup>, avec un CA de 511,5 M€ et 2 010 effectifs salariés en ETP. La réduction d'activité par rapport à 2013 est essentiellement due à la faiblesse de l'exploration pétrolière. Parmi les principales entreprises, on peut citer S.M.P (Société de Maintenance Pétrolière ; 54,2 M€ de CA et 180 salariés en 2018), Entrepouse Drilling (Compagnie de Forage Cofor ; 16 M€ de CA et 75 salariés en 2018), et Foragelec (8 M€ de CA pour une vingtaine de salariés en 2018).

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 et Waterkotte. En France, la CIAT (Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques<sup>61</sup>) est le

<sup>57</sup> Arrêté du 16 août 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte du géocooling dans la réglementation thermique 2012

<sup>58</sup> Décret n° 2019-1518 du 30 décembre 2019 relatif aux titres d'exploration et d'exploitation des gîtes géothermiques

<sup>59</sup> Loi n° 2018-727 du 10 août 2018 sur un État au Service d'une Société de Confiance (ESSOC)

<sup>60</sup> INSEE, Base ESANE, NAF 43.13Z Forages et sondages

<sup>61</sup> Racheté par le conglomérat industriel américain United Technologies (UTC) en 2015



principal fabricant de PAC de grande puissance (155,1 M€ de CA et 960 salariés en 2017). D'autres fabricants existent sur ce marché : Carrier, Daikin, Enertime, Fríoherm, et Lemasson.

Outre ces fabricants, sont présents les fournisseurs de biens et de services divers, notamment 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.

## Situation du marché et de l'emploi

Dans cette partie, on distingue :

- La géothermie « de surface » (très basse énergie assistée par PAC) ;
- La géothermie profonde « basse énergie » (valorisation directe en chaleur) ;
- La géothermie profonde « haute énergie » (électrique et en cogénération).

### Géothermie de surface

La géothermie de surface représente près de 85 % de la puissance installée de la filière (SER). Elle a une profondeur allant jusqu'à 800 mètres, la température est généralement inférieure à 30 °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 géothermiques variés (capteur horizontal, doublet de forage sur nappe phréatique, sonde géothermique verticale, champ de sondes, fondation thermoactive, systèmes de récupération d'énergie sur les eaux usées et l'eau de mer<sup>62</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.

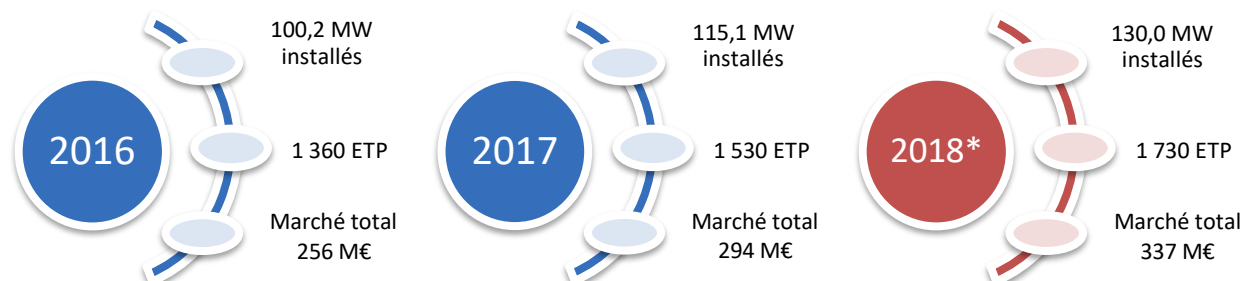
Ce système permet de couvrir des besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS), de climatisation et de rafraîchissement des bâtiments neufs ou rénovés.

Quant au géocooling, il permet de rafraîchir directement un bâtiment avec un rendement élevé (40 kWh de froid pour 1 kWh utilisé) sans passer par le dispositif de production. 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, via un dispositif de production unique, 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 la présente fiche, on se limite aux appareils posés dans les habitats collectifs, les services et autres activités productives. Les appareils posés dans l'habitat individuel sont dans la fiche relative aux PAC domestiques et CET.

Selon les données de l'AFPG, 130 MW sont installés dans le secteur collectif et tertiaire en 2018, contre 115,1 MW en 2017 et 100,2 en 2016. Les investissements nécessaires (y compris pour les exportations) s'élèvent à 314 M€ en 2018, contre 239 en 2016 (+15 % en moyenne par an). Les emplois associés (fabrication, distribution et installation des équipements, travaux de forages) passent de 1 220 ETP en 2016 à 1 540 ETP en 2018 (+12 % 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 2018, leur valeur s'élève à 23 M€ pour un parc de plus de 11 380 installations et 190 emplois.



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

<sup>62</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 ».

## 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>63</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 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).

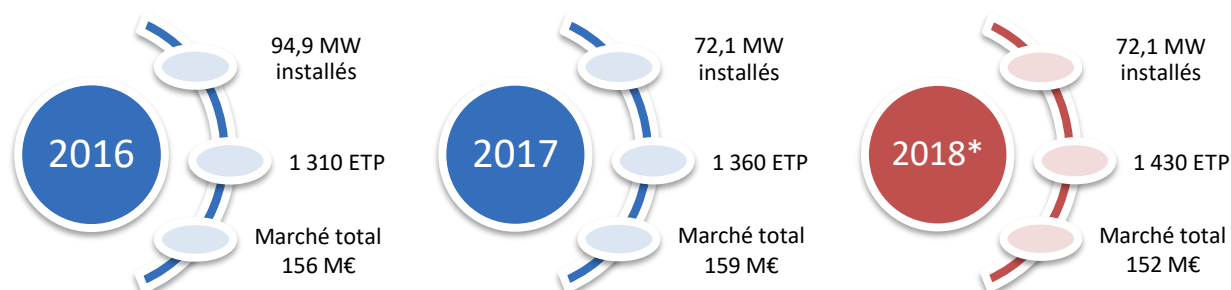
À partir de 2009, la filière connaît un regain d'activité avec la réalisation et la mise en exploitation d'une vingtaine d'installations nouvelles ou réhabilitées entre 2010 et 2016. L'outil déterminant pour le développement de la géothermie profonde basse énergie est l'existence du dispositif de couverture 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 doublets de géothermie profonde basse énergie à un niveau d'environ 20 à 25 %.

Selon le rapport de la France à l'EGEC (European Geothermal Energy Council) en 2016 et l'étude de filière de l'AFPG en 2019, les mises en service s'élèvent à 72,1 MW en moyenne en 2018 et 2017, contre 94,9 MW en 2016. Les investissements annuels nécessaires à ces réalisations sont de 82 M€ en 2018, contre 101 M€ en 2016 (-10 % en moyenne par an). Les emplois associés à ces investissements suivent la même tendance et diminuent de 12 % par an en moyenne, passant de 430 ETP en 2016 à 330 ETP en 2018.

Après s'être stabilisée à près de 1 089 GWh entre 2006 et 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 2018, la chaleur produite est de 1 978,1 GWh, pour une valeur marchande de 70 M€. Les emplois d'exploitation des installations et de la vente de chaleur s'élèvent à 1 100 ETP.



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

## Géothermie profonde « haute énergie »

La géothermie profonde haute énergie permet de produire de l'électricité à partir de sources de vapeurs 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 de type EGS (Enhanced Geothermal System) est nécessaire.

<sup>63</sup> Financées sur emprunt aux taux élevés en vigueur de l'époque, ces installations avaient leurs recettes indexées sur le cours des énergies fossiles.

En France, la géothermie profonde de haute énergie concerne 4 centrales, une en géothermie volcanique (Bouillante) et trois en technologie EGS (Soultz-sous-Forêts, Rittershoffen et Vendenheim-Reichstett).

### 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.

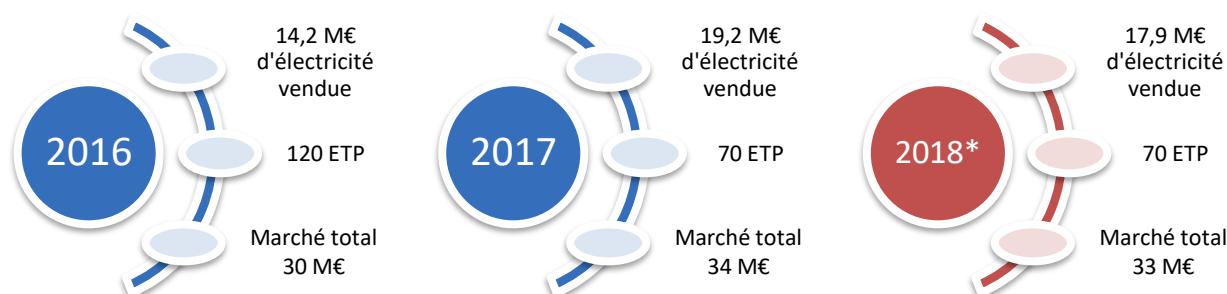
Après un renforcement par l'unité 2 en 2005, la capacité de la centrale Bouillante (Guadeloupe) est de 15 MW. Après une période de production élevée (86,5 GWh en moyenne entre 2006 et 2009), sa production baisse fortement pour n'atteindre que 16,2 GWh en 2010 du fait de difficultés techniques entre autres. La rénovation de l'unité 1 commence en 2013, pour une mise en service en 2014. L'investissement réalisé de 4,4 M€ a permis une croissance de la production annuelle de 25 % (soit une production de 100 GWh en 2014). En 2016, le BRGM vent ses parts dans la centrale à l'américain Ormat. En 2018, l'unité produit 106,8 GWh (Observatoire Régionale 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 (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 renouvelée 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>64</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 80 M€ (10 M€ dédiés à l'exploration, 30 M€ au forage de deux puits, et 40 M€ pour la construction et le raccordement de la centrale). Les résultats du 1<sup>er</sup> forage réalisés en 2017 sont concluants. Un 2<sup>ème</sup> forage est lancé en mai 2018. La centrale doit être raccordée et exploitée courant 2020, pour une production électrique de 10 MWh et une production thermique de 40 MWh.



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

**Note :** Faute de données et d'informations sur les emplois liés à la vente d'énergie et à d'exploitation-maintenance des deux centrales Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen (mises en service en 2016), les emplois totaux ne prennent en compte que les emplois d'investissement et ceux liés à la vente d'énergie et à l'exploitation-maintenance de Bouillante.

### Filière d'une valeur de 522 M€ en 2018, employant 3 230 emplois directs

En 2018, le marché total des trois filières géothermiques s'élève à 522 M€, dont 386 M€ pour la réalisation des investissements domestiques, 111 M€ pour la valeur de l'énergie vendue et des services d'exploitation-maintenance des installations, et 25 M€ pour l'exportation d'équipements.

Les emplois s'élèvent à 3 230 ETP, dont 1 760 ETP associés à la réalisation des investissements domestiques, 1 310 ETP pour la production d'énergie marchande et les services d'exploitation-maintenance des installations, et 170 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>64</sup> Rassemblement Économique de Strasbourg (ES), Exploitation de la Chaleur d'Origine Géothermale pour l'Industrie (ECOIGI, dit Roquette-Frères) et la Caisse des Dépôts et Consignations, ce projet est soutenu par l'ADEME et la Région.

430 ETP

230 ETP

1 280 ETP

1 310 ETP

## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

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)

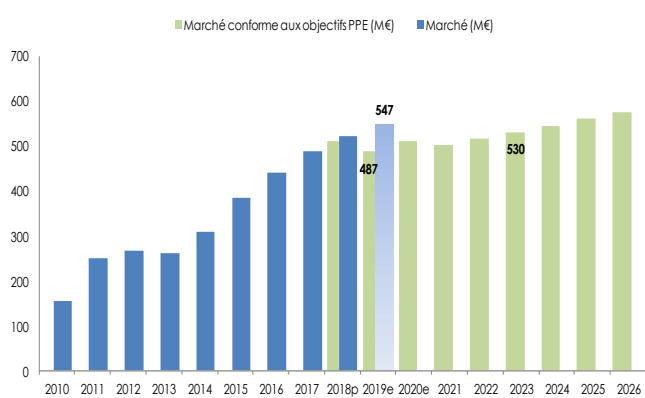
	2017	2023	2028 Scénario bas	2028 Scénario haut
PAC géothermiques	3,14	4,6	5	7
Géothermie profonde	1,18	2,9	4	5,2

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

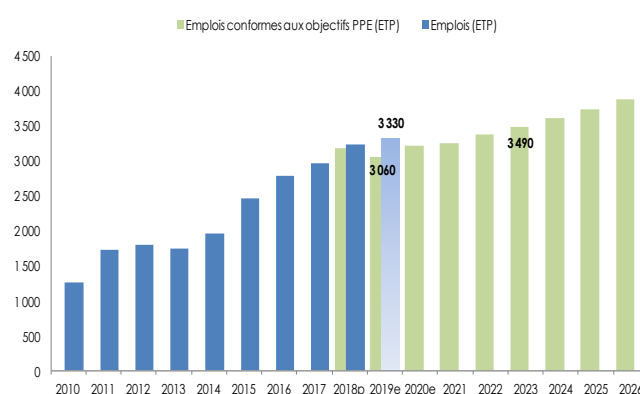
Pour la production de chaleur via la géothermie de surface (très basse énergie assistée par PAC), le scénario « haut » en 2028 correspond à un parc de 1 000 logements collectifs par an équipés d'une PAC géothermique. Pour le tertiaire, on estime à 730 unités le nombre de PAC à installer chaque année entre 2019 et 2028.

Concernant la géothermie profonde, on suppose 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 en 2018 (2 TWh ; SDES).

Marchés liés à la géothermie (M€)



Emplois associés à la géothermie (ETP)



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

Le marché total de la géothermie est estimé à 487 M€ en 2019 et 530 M€ en 2023. En 2023, les investissements s'élèvent à 357 M€ et l'exploitation-maintenance à 174 M€. Les emplois atteindraient 3 490 ETP en 2023 : 1 720 ETP liés aux investissements et 1 770 ETP liés à l'exploitation des unités de production et à la maintenance de l'ensemble des PAC installés.

Les marchés et les emplois compatibles avec les objectifs de la PPE sont comparés à la tendance actuelle de la filière, représentée par la prévision 2019. Cette tendance est supérieure à la trajectoire PPE : 547 Mds€ et 3 330 ETP pour la tendance, 487 Mds€ et 3 060 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

## Fortes incertitudes malgré un potentiel important

### Géothermie de surface

Contexte moins favorable compte tenu du maintien du prix des produits pétroliers à un faible niveau. À l'inverse, la simplification des procédures (GMI) et la hausse des projets aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME vont dans le sens d'une augmentation de l'activité.

### 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. Quatre projets sont identifiés dans la région parisienne (40 MW) et 3 projets en Aquitaine (18 MW), pour une puissance totale de 58 MW. Après une phase d'étude

en 2017, leur mise en service se fait en 2019. S'ajoutent au moins cinq autres projets d'une puissance totale de 54 MW, avec une phase d'étude commençant en 2018 et une mise en service programmée en 2020.

### Géothermie profonde haute énergie

En France continentale, de nombreux permis de recherche pour l'application de la technologie EGS sont attribués, d'autres sont en demande de permis. Selon le rapport de la France à l'EGEC 2016, ces permis représenteraient 826 M€ d'investissements prévisionnels pour une puissance électrique de 60 MW et une puissance thermique de 2 010 MW. La principale incertitude tient à la compétitivité de la filière dans un contexte marqué par le maintien d'un prix relativement bas pour les énergies fossiles, notamment le gaz (concurrent direct de la géothermie dans les réseaux de chaleur).

D'autres incertitudes sont à souligner : la compétitivité de la filière sur le prix de production de l'électricité par réduction des coûts de construction, la ressource géothermale et sa capacité à développer des co-produits (tel le lithium).

Selon l'AFPG, 14 Permis Exclusif de Recherche (PER) pour phase d'exploration sont délivrés en France métropolitaine : 5 PER en Alsace avec 55 MWe, 120 MWth et 245 M€ d'investissement prévisionnel (2020-2028) ; 5 PER dans le massif Central et Limagne avec 48 MWe, 65 MWth et 346 M€ (2023-2027) ; 1 PER dans le Sud-ouest avec 10 MWe, 30 MWth et 80 M€ (2024-2028) ; 1 PER dans le couloir Rhodanien avec 7 MWe, 30 MWth et 80 M€. Si l'ensemble des projets fonctionne selon les puissances estimées, on compte environ 130 MWe et 245 MWth géothermiques renouvelables d'ici 2028. Ces permis sont détenus par des entreprises membres du cluster GEODEEP.

## Mesures de soutien de la PPE \*

### PAC géothermiques

- Soutenir la géothermie assistée par pompe à chaleur, ainsi que les projets de froid renouvelable par géothermie via le Fonds Chaleur.

### Géothermie profonde

- Avec le soutien de l'ADEME, mettre en place une animation locale, avec au moins un animateur spécialiste de la géothermie par région ;
- 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 ;
- 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 ;
- Modifier le code minier pour mentionner explicitement la production de froid par géothermie.

(\* ) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.

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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017s d	2018 p
<b>Investissements domestiques</b>													
Équipements fabriqués en France	3	4	8	13	12	21	22	21	29	44	47	46	44
Importations d'équipements	0	3	2	1	11	18	16	14	19	19	22	24	31
Distribution des équipements	1	2	4	5	9	14	13	13	15	16	19	22	25
Forages, installation, études préalables	8	17	35	50	79	136	146	134	168	223	250	270	286
<b>Total des investissements</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>49</b>	<b>70</b>	<b>111</b>	<b>189</b>	<b>197</b>	<b>182</b>	<b>231</b>	<b>302</b>	<b>338</b>	<b>363</b>	<b>386</b>
<b>Exploitation-maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>54</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>86</b>	<b>106</b>	<b>111</b>
Vente d'énergie	38	40	43	35	37	45	47	59	55	57	70	87	88
Maintenance	0	1	1	2	3	6	7	9	11	14	16	19	23
<b>Marché domestique *</b>	<b>51</b>	<b>67</b>	<b>93</b>	<b>107</b>	<b>151</b>	<b>239</b>	<b>251</b>	<b>250</b>	<b>298</b>	<b>373</b>	<b>424</b>	<b>468</b>	<b>497</b>
<b>Exportations</b>													
Equipements	1	5	4	1	4	12	15	10	11	12	18	19	25
<b>Marché total **</b>	<b>52</b>	<b>72</b>	<b>97</b>	<b>108</b>	<b>155</b>	<b>251</b>	<b>266</b>	<b>260</b>	<b>309</b>	<b>385</b>	<b>442</b>	<b>488</b>	<b>522</b>
<b>Production **</b>	<b>52</b>	<b>69</b>	<b>95</b>	<b>107</b>	<b>144</b>	<b>234</b>	<b>250</b>	<b>246</b>	<b>290</b>	<b>366</b>	<b>420</b>	<b>464</b>	<b>491</b>

(\*) *Marché domestique : Total des investissements + Exploitation-maintenance et ventes domestiques d'énergie*

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

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

## Emplois associés à la géothermie

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017s d	2018 p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	20	20	30	70	80	130	140	140	180	270	270	270	260
Distribution des équipements	10	20	50	60	90	140	130	120	150	150	170	200	230
Forages, installation, études préalables	50	100	200	270	410	700	690	620	750	1 070	1 190	1 200	1 280
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>150</b>	<b>280</b>	<b>400</b>	<b>580</b>	<b>970</b>	<b>960</b>	<b>880</b>	<b>1 070</b>	<b>1 490</b>	<b>1 630</b>	<b>1 660</b>	<b>1 760</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>620</b>	<b>620</b>	<b>630</b>	<b>630</b>	<b>660</b>	<b>680</b>	<b>720</b>	<b>780</b>	<b>810</b>	<b>870</b>	<b>1 030</b>	<b>1 170</b>	<b>1 310</b>
<b>Liés au marché domestique</b>	<b>700</b>	<b>780</b>	<b>910</b>	<b>1 030</b>	<b>1 230</b>	<b>1 650</b>	<b>1 680</b>	<b>1 660</b>	<b>1 880</b>	<b>2 360</b>	<b>2 670</b>	<b>2 830</b>	<b>3 070</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>80</b>	<b>110</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>170</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>710</b>	<b>800</b>	<b>920</b>	<b>1 040</b>	<b>1 260</b>	<b>1 730</b>	<b>1 790</b>	<b>1 740</b>	<b>1 960</b>	<b>2 460</b>	<b>2 790</b>	<b>2 960</b>	<b>3 230</b>

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

## Parc des installations ; Production d'énergie

Parc des installations	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Géothermie de surface MWth	5,1	15,8	37,5	68,1	116,0	196,1	270,3	339,0	414,5	499,9	600,1	715,2	845,2
Géothermie basse énergie MWth	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	8,0	28,0	59,8	69,8	93,3	188,2	260,3	332,3
Géothermie haute énergie MWe	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,7	16,7	16,7
Géothermie haute énergie MWth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,4	35,4	35,4
<b>Production électricité GWh</b>	<b>86,7</b>	<b>105,2</b>	<b>99,1</b>	<b>55,0</b>	<b>16,2</b>	<b>62,2</b>	<b>56,5</b>	<b>90,2</b>	<b>83,1</b>	<b>91,9</b>	<b>97,6</b>	<b>133,1</b>	<b>133,1</b>
<b>Production thermique GWh</b>	<b>1 096,1</b>	<b>1 051,1</b>	<b>1 112,5</b>	<b>1 045,4</b>	<b>1 141,5</b>	<b>1 186,5</b>	<b>1 240,1</b>	<b>1 441,9</b>	<b>1 383,7</b>	<b>1 418,6</b>	<b>1 688,2</b>	<b>1 978,0</b>	<b>1 978,0</b>

(e) MW électrique ; (th) MW thermique.

Sources : Mises en services : Estimations In Numeri selon AFGP (2011, 2012, 2015, 2019), La géothermie en France, Études de marchés ; Observ'ER ; EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur ; Communiqués de presse

*pour la géothermie profonde en haute énergie / Production d'énergie : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables (Bilan des EnR) et Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables*

**Note :** Suite à une amélioration des données (prix de vente de la chaleur, mises en service en géothermie profonde de basse énergie), les résultats présentés cette année ne sont pas comparables à ceux de l'édition précédente.

## Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
<b>Investissements M€</b>			
Géothermie de surface	Puissance installée x Prix unitaire		
Puissance (MW)	72,7 kW/PAC	AFPG (2011, 2012, 2015, 2019), La géothermie en France, Études de marché Observ'ER ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie	**
Prix unitaire (€/PACg)		ADEME, Bilans FR ; Observ'ER	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, installation	AFPG (2011), La géothermie en France, Étude de marché	*
<b>Profonde basse énergie</b>			
Puissance (MW)	Puissance installée x Prix unitaire		
		EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie AFPG (2019), La géothermie en France, Études de marché	**
Prix unitaire (M€/MW)		H. Prévot (2006), Les réseaux de chaleur C. Boissavy (2014), Les géothermies en France, Rapport AFPG INSEE, Indice TPO4 (IdBank 1710990)	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, études	Estimation In Numeri	*
<b>Profonde haute énergie</b>			
Investissements et décomposition (M€)	Equipements, forages, études	Sites officiels ; Communiqués de presse	***
<b>Fabrication d'équipements (M€)</b>			
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	Calculs réalisés dans la fiche relative aux PAC domestiques et CET	**
<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	**
Valeur de l'électricité (M€)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes 1	***
<b>Maintenance (M€)</b>	2 000 € par an et par PACg	Estimation In Numeri	*
<b>Emplois (ETP)</b>			
Fabrication des PACg	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Fabrication d'équipements de basse et haute énergie	Fabrication M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006-08 et 2016-17 : CN, Branche A38.CK 2009 à 2015 : ESANE, NAF 28	
Études préalables	Études M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2017 : CN, branche A88.71	**
Forages	Forage M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.1D 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.13Z	**
Distribution	Marges M€ x ratio [Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche a732 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
Installation – De surface	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Effectif salarié et non salarié]	2006 à 2008 : CN 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Installation – Profonde de haute énergie	Installation M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006-08 et 2016-17 : CN, Branche A88.33 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33	**
Maintenance	Maintenance M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.22B	**
Vente de chaleur – Profonde de basse énergie	Mises en service x ratio [ETP/MW]	Communiqués de presse	**
Vente d'électricité – Profonde de haute énergie	Effectifs de la centrale Bouillante	Communiqués de presse	**



# Méthode générale d'évaluation

## Périmètre de la fiche

La fiche géothermie couvre :

- 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). Elle est fondée sur la récupération de chaleur du sous-sol où la température peut atteindre 200 à 250 °C.
- La géothermie profonde en basse énergie (géothermie à usage direct) qui correspond principalement à la production de chaleur destinée aux grands réseaux de chaleur urbains de la région parisienne et à quelques applications de chauffage de serres et de piscines.
- La géothermie de surface ou très basse énergie 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).

Les marchés et les emplois liés aux PAC géothermiques de l'habitat individuel sont exclus et sont présentés dans la fiche relative aux pompes à chaleur domestiques et chauffe-eau thermodynamiques.

## Investissements domestiques

Dans un premier temps, on identifie et valorise les réalisations annuelles pour chacune des trois filières indiquées. Les données sont issues de différentes sources : Études du marché de l'AFPG, Rapport 2016 de l'EGEC, Bilans du Fonds Chaleur de l'ADEME, Observ'ER, Sites officiels et communiqués de presse, 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 trois grandes composantes : fabrication des équipements, travaux d'installations (études préalables comprises) et 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 auto-consommée n'est pas valorisée.

On estime également la valeur des services de maintenance des installations de très basse énergie (PACg) 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) et d'ESANE.

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.

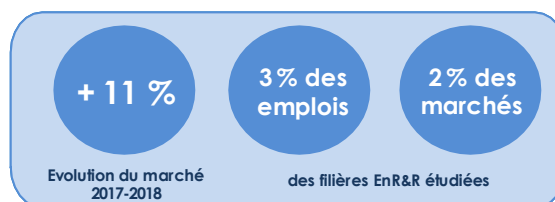
# 11. Réseaux de chaleur

## Points clés

### Plus de 900 projets soutenus par le Fonds Chaleur entre 2009 et 2018

Entre 2009 et 2018, plus de 920 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 2 480 km de réseau. La création du Fonds Chaleur a été décisive pour le développement des Énergies Renouvelables et de Récupération (EnR&R) dans les réseaux. En 2018, les EnR&R représentent 57 % de l'énergie livrée par les RC, contre 27 % en 2006.

En 2018, les marchés liés à la construction et l'exploitation-maintenance des RC s'élèvent à 441 M€, en baisse de 8 % par rapport à 2016. Ce recul est lié à un prix du gaz relativement bas.

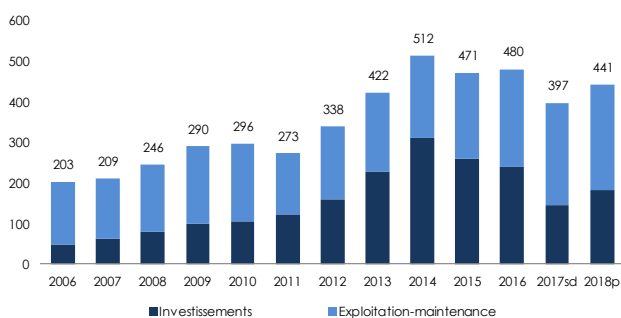


### Tendances observées 2016-2018

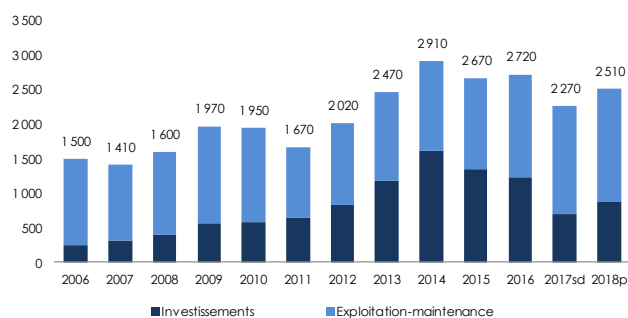
Longueur ajoutée annuellement (km)	↘
Investissements annuels (M€)	↘
Emplois liés aux investissements (ETP)	↘
Distribution de chaleur (M€)	↗
Emplois liés à la distribution de chaleur (ETP)	↗

Les emplois associés passent de 2 710 ETP en 2016 à 2 510 ETP en 2018, dont 880 ETP consacrés à la réalisation des réseaux de chaleur et 1 630 ETP à l'exploitation et la maintenance des réseaux.

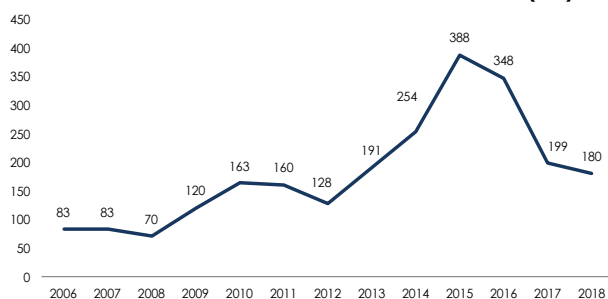
Marchés liés aux réseaux de chaleur (M€)



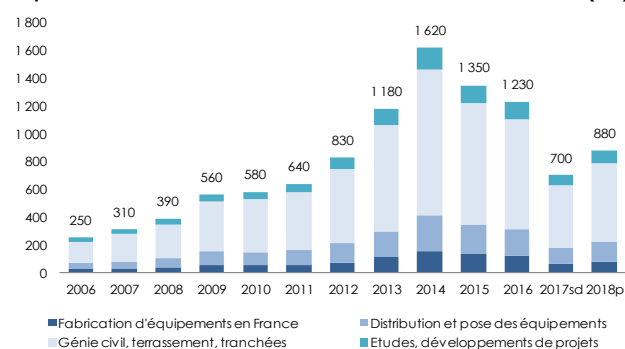
Emplois associés aux réseaux de chaleur (ETP)



Mise en service annuelle des réseaux de chaleur (km)



Emplois associés aux investissements dans de nouveaux mètres (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 renouvelable est traitée – pour ce qui concerne la part renouvelable – dans les fiches relatives à la géothermie, les UIOM, le bois collectif et le biogaz. En 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

**Construction, Études  
Distribution**

Réalisation et développement des réseaux, fabrication et distribution des équipements  
Exploitation – maintenance des réseaux

## Contexte réglementaire

### Réseaux confortés par la LTECV

L'arrêté du 17/01/2012<sup>65</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, à partir d'une installation centrale de production et à travers un réseau vers plusieurs bâtiments ou sites, pour le chauffage/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 locales telles 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 est une mesure fiscale essentielle qui complète ce dispositif en augmentant la compétitivité du prix de vente.

Par ailleurs, certaines opérations d'amélioration énergétique des réseaux existants sont éligibles au système des Certificats d'Économie d'Énergie sous conditions.

2005

- TVA réduite à 5,5 % sur l'abonnement R2 quelque soient les sources d'énergie utilisées

2009

- TVA réduite à 5,5 % sur l'énergie consommée 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

- Objectifs LTECV : multiplier par 5 entre 2012 et 2030 les quantités d'EnR&R livrées par les RC, soit 39 TWh livrés

2016

- Objectifs PPE sur la quantité d'EnR&R livrée par les RC : 15,7 TWh en 2018, 26,7 TWh en 2023 et 39,5 TWh en 2030

2020

- Objectifs PPE (revisés 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

Promulguée en 2015, la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV<sup>66</sup>) entérine pour la première fois dans la loi française un objectif de développement des EnR&R dans les réseaux de chaleur avec un objectif de multiplication par 5 entre 2012 et 2030, soit 39 TWh d'EnR&R livrées en 2030. Pour y parvenir, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE<sup>67</sup>) définit des objectifs intermédiaires : 24,4 TWh d'EnR&R livrées pour 2023 et une fourchette comprise entre 31 TWh et 36 TWh d'EnR&R livrées pour 2028.

### UVE et biomasse en tête des progressions dans le bouquet énergétique

Selon les enquêtes du Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatation Urbaine (SNCU), plus de 780 réseaux de chaleur affichent une longueur totale de 5 780 km en 2018. La même année, 57 % de l'énergie thermique des réseaux de chaleur est d'origine renouvelable. Le gaz naturel, remplaçant du fioul et du charbon depuis 2000, reste la première source d'énergie (37 % du bouquet énergétique), suivi par les Unités de Valorisation Énergétique (25 %) et la biomasse (22 %).

<sup>65</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>66</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

<sup>67</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

## Marchés des réseaux de chaleur en Europe

- Selon le Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA), 6 000 réseaux chauffent 60 millions d'Européens, soit 11 à 12 % des besoins en chauffage.
- Le développement des réseaux de chaleur 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 pour les pays nordiques.
- En Grande-Bretagne, en Suisse, aux Pays-Bas et en France, les RC ne desservent que moins de 4 % des logements. À l'inverse, le chauffage urbain est le mode de chauffage dominant au Danemark, en Finlande, en Lituanie et en Suède (50 %). L'Allemagne et l'Autriche occupent une position intermédiaire avec un taux de 15 à 20 %. Ce taux atteint les 95 % en Islande grâce à l'abondance naturelle 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 qui réalisent ces réseaux de chaleur.

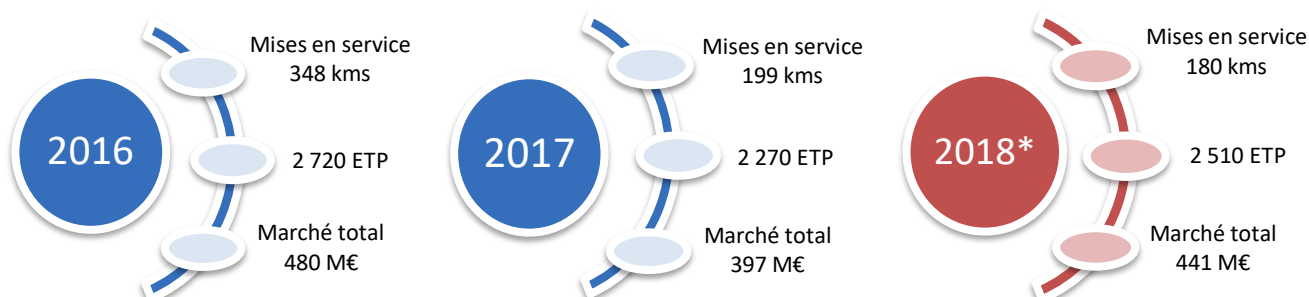
Les principaux fournisseurs d'équipements utilisés dans la réalisation des réseaux sont les fabricants de tubes et de tuyaux (Wanitube) et les fabricants d'échangeurs à plaques (Alfa Laval Vicarb ; CA de 47 M€ pour 220 emplois en 2018).

## Gestionnaires de réseaux : grands groupes spécialisés et régies

Selon l'enquête 2019 sur les réseaux de chaleur et de froid réalisée par le SNCU (données 2018), 27 % des réseaux sont exploités en régie, mais ne représentent que 4 % de la chaleur livrée. Les délégations de service public (concession) représentent 38 % des réseaux et 75 % 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 Cofely (groupe Engie Energies Services), IDEX et Coriance.

- En 2014, Dalkia est racheté par EDF pour le marché national et par VEOLIA pour le marché international. Toutes activités confondues, Dalkia France réalise en 2018 un CA de 4,2 Mds€, dont 980 M€ pour les réseaux de chaleur et de froid, activité qui emploie entre 1500 et 1700 salariés. Dalkia France gère plus de 350 réseaux d'un total de 2 200 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. En 2017, l'entreprise affiche un CA de 2,5 Mds€, dont 250 M€ pour les réseaux de chaleur et de froid. Elle emploie 12 500 salariés, dont 1 000 pour les RC&F.
- IDEX gère 50 réseaux urbains de chaud et de froid, 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.
- En 2018, le groupe Coriance, propriété du Fonds Infrastructure First State Investment, gère 30 réseaux de chaleur et un réseau de froid pour un total de 275 km et 1,4 TWh livrés. Son CA relatif aux réseaux s'élève à 172 M€ pour 350 salariés.

## Situation du marché et de l'emploi



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

## Réalisation et extension des réseaux de chaleur

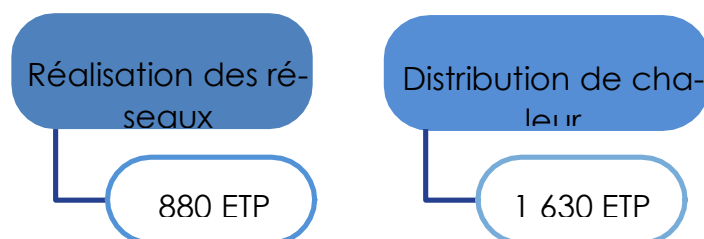
En 2018, la longueur des réseaux de chaleur mise en service (par création ou extension) est estimée à 180 km, en baisse par rapport à 2017 (199 kms) et 2016 (348 kms). Ce recul peut s'expliquer par un prix du gaz relativement bas sur la période. On notera que l'enquête SNCU évalue les linéaires nouvellement installés à 382 kms en 2017 et 384 kms en 2018.

La valeur des investissements annuels liés à ces créations et extensions s'élève à 181 M€ en 2018, en baisse de 24 % par rapport à 2016 (240 M€).

## 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 260 M€ en 2018, en progression de 4 % en moyenne par an par rapport à 2016 (240 M€). L'exploitation et la maintenance des réseaux ne représentent que 14 % du marché total de vente de la chaleur, marché qui s'élève à environ 1,9 Mds€ en 2018.

## En 2018, 2 510 emplois dans la filière des réseaux de chaleur



Le nombre d'emplois associés aux activités des réseaux de chaleur passe de 2 710 ETP en 2016 à 2 510 ETP en 2018, du fait de la baisse des projets signés entre 2013 et 2015. La baisse des emplois d'investissement (de 1 230 à 880 ETP entre ces deux années) n'est pas compensée par la hausse des emplois de distribution d'énergie (de 1 490 à 1 630 ETP).

### Comparaison avec les résultats de l'étude ADEME « Réseaux de chaleur et de froid : États des lieux de la filière »

En 2018, l'ADEME mène une étude spécifique sur l'état des lieux des réseaux de chaleur. 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 (2 300 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 vs. Perspective 2019

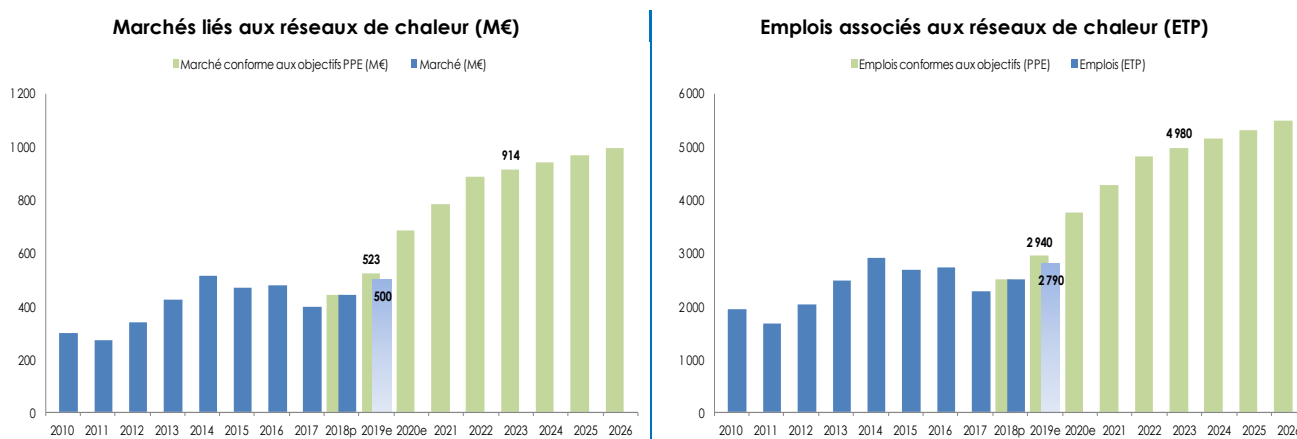
Le tableau suivant présente les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant le développement des réseaux de chaleur à horizon 2023 et 2028. Ces objectifs sont atteints en ayant recours à 60 % d'énergies renouvelables et de récupération en 2023 et 65 % en 2030. On rappelle 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 et Solidaire, 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 : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, et en supposant que cet objectif soit atteint en ajoutant plus de 590 km de réseaux chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés au développement des RC est estimé à 523 M€ en 2019 et 914 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent toujours la majeure partie du marché, avec 520 M€, l'exploitation-maintenance étant estimée à 394 M€. Les emplois atteindraient 4 980 ETP en 2023 : 2 510 ETP liés aux investissements et 2 470 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 la prévision 2019. Cette tendance est très proche de la trajectoire PPE : 500 M€ et 2 790 ETP pour la tendance, 523 M€ et 2 940 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

## 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 issue 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.

(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.  
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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	6	8	10	13	14	16	21	30	41	34	32	19	24
Importations des équipements	10	12	16	20	21	24	32	45	62	52	48	29	36
Génie civil, terrassement, tranchées	28	35	45	57	60	69	91	130	176	148	136	83	104
Études, développement des projets	4	5	7	8	9	10	13	19	25	21	20	12	15
Distribution et pose d'équipements	1	1	1	2	2	2	3	4	5	4	4	2	3
<b>Total des investissements</b>	<b>49</b>	<b>62</b>	<b>80</b>	<b>100</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>Exploitation-maintenance des réseaux</b>	<b>154</b>	<b>147</b>	<b>166</b>	<b>190</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>Marché total *</b>	<b>203</b>	<b>209</b>	<b>246</b>	<b>290</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>Production **</b>	<b>193</b>	<b>197</b>	<b>230</b>	<b>270</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>

(\*) *Marché total = Investissements domestiques + 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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France	20	30	40	50	50	50	70	110	150	130	120	60	80
Génie civil, terrassement, tranchées	160	190	250	360	380	420	540	760	1 060	870	800	460	570
Études, développement des projets	30	30	40	60	60	60	80	120	160	130	120	70	90
Distribution et pose d'équipements	40	50	60	90	90	100	140	190	260	210	190	110	140
<b>Total des investissements</b>	<b>250</b>	<b>310</b>	<b>390</b>	<b>560</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>880</b>
<b>Liés à l'exploitation-maintenance</b>	<b>1 250</b>	<b>1 100</b>	<b>1 210</b>	<b>1 410</b>	<b>1 370</b>	<b>1 030</b>	<b>1 190</b>	<b>1 290</b>	<b>1 290</b>	<b>1 320</b>	<b>1 490</b>	<b>1 570</b>	<b>1 630</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>1 500</b>	<b>1 410</b>	<b>1 600</b>	<b>1 970</b>	<b>1 950</b>	<b>1 670</b>	<b>2 020</b>	<b>2 470</b>	<b>2 910</b>	<b>2 670</b>	<b>2 720</b>	<b>2 270</b>	<b>2 510</b>

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

## Mise en service annuelle des réseaux de chaleur

km	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mise en service annuelle	83	83	70	120	163	160	128	191	254	388	348	199	180

*Source : Estimations IN NUMERI selon SNCU, Enquêtes annuelles de branche ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur*

**Note :** *Pour les précédentes éditions, les estimations des M&E d'exploitation-maintenance se basaient sur les données du SNCU (part fixe du prix de l'énergie, prix comprenant les coûts de distribution et les frais d'exploitation). Quant aux investissements, leur répartition entre les différentes activités se faisait de façon arbitraire. Cette année, 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). Par conséquent, les résultats présentés cette année ne sont pas comparables aux éditions précédentes.*

## 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 2018 : ADEME, Bilans Fonds Chaleur	***
Coûts unitaires (€/mètre)	€/mètre	2006 à 2012 : INSEE, Index TP10a (Id-Bank 1773172) 2013 à 2018 : 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 à 2008 : CN, Branche A88.42 2009 à 2017 : ESANE, NAF 28.12Z, 22.21Z, 28.14, 28, 27.33Z, 24.20Z	**
Génie civil (ETP)	Génie civil M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.42 2009 à 2017 : ESANE, NAF 43.12A, 42.21Z	**
Études (ETP)	Études M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006 à 2017 : CN, Branche A88.71	**
Distribution et pose (ETP)	Distribution-pose M€ x ratio [CA/Effectifs]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.42 2009 à 2017 : ESANE, NAF 43.2, 33.20A, 46.69B	
Distribution de chaleur (ETP)	Exploitation-maintenance M€ x ratio [Marges/Effectifs]	2006 à 2016 : CN, Branche A88.33 2017 : ADEME (2019), Réseaux de chaleur et de froid : État des lieux de la filière	**



# 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 2009 = mises en service 2012).

- **Longueur des réseaux :** On se base sur les enquêtes du SNCU de 2006 à 2011. Dès 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, 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 2021 (engagements Fonds Chaleur de 2018).

Par la suite, 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 2018 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 (Branche A88.71 Activités d'architecture et d'ingénierie). Les ratios sont disponibles de 2006 à 2017. On garde le ratio 2017 pour l'année 2018.

Pour les autres activités d'investissement, on se base sur des ratios [CA/Emploi] issus de la CN de 2006 à 2008 (Branche A88.42 Génie civil) de 2006 à 2008 et d'ESANE de 2009 à 2017 :

- 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 de l'étude ADEME (2019) en 2017 (159,5 k€/ETP). On reconstitue la série 2006 à 2017 selon l'évolution du ratio [Production/Emploi] de la CN (Branche A88.33 Réparation et installation de machines et d'équipements). On garde le même ratio 2017 pour l'année 2018.

# 12. Solaire thermique (Métropole et DOM)

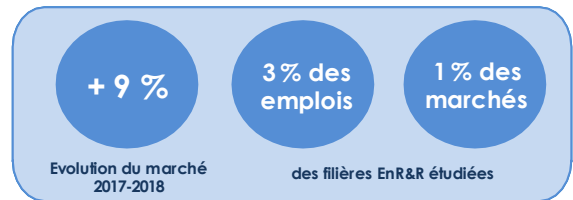
## Points clés

### Reprise des installations entre 2016 et 2018

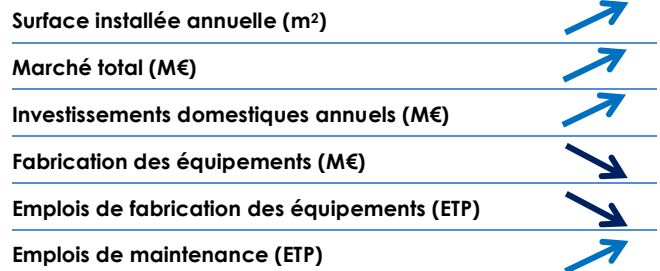
En 2018, les surfaces installées (138 134 m<sup>2</sup>) augmentent de 30 % par rapport à 2016, entraînant une hausse de 2 % du marché (343 M€), avec un niveau identique d'emplois (2 450 ETP). La hausse des surfaces posées concerne essentiellement le secteur individuel (+49 %), les poses dans le secteur collectif étant en recul de 18 %.

Entre ces deux années, la surface des capteurs installés en Métropole diminue de 37 % dans l'individuel (de 32 610 m<sup>2</sup> à 20 440 m<sup>2</sup>) et de 18 % dans le collectif (de 29 100 m<sup>2</sup> à 23 980 m<sup>2</sup>). Cette diminution des surfaces entraîne une baisse de 58 % des investissements domestiques entre 2016 (95,4 M€) et 2018 (39,6 M€).

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.

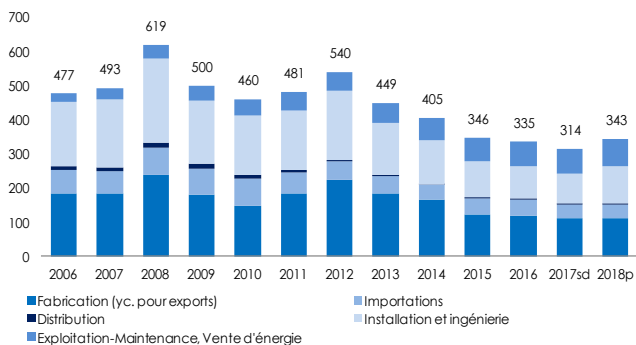


### Tendances observées 2016-2018

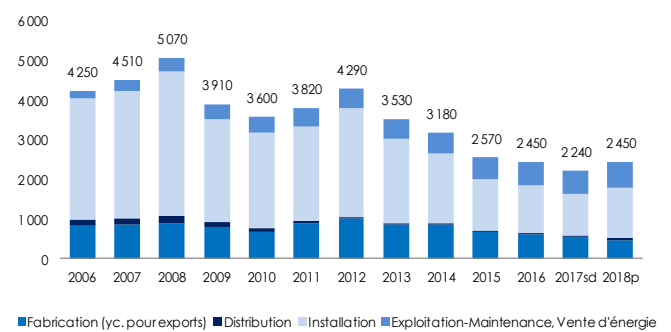


Dans les DOM, les investissements domestiques enregistrent une hausse de 106 %, passant de 67,2 M€ en 2016 à 138,6 M€ en 2018. Malgré une dynamique du collectif en baisse sur cette période (-18 % de surfaces posées), la hausse des surfaces posées en CESI (+114 %) hisse le marché total à la hausse (le collectif ne représentant qu'1 % des installations).

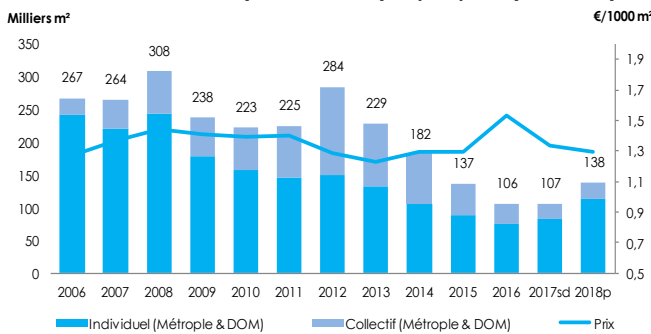
Marchés liés au solaire thermique (M€)



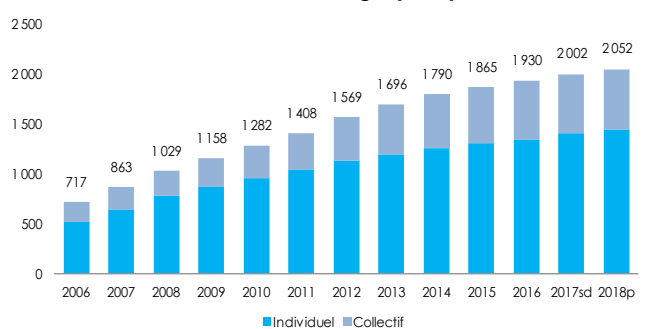
Emplois associés au solaire thermique (ETP)



Installations annuelles (milliers de m<sup>2</sup>) et 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 (individuel et collectif). Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus. En 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

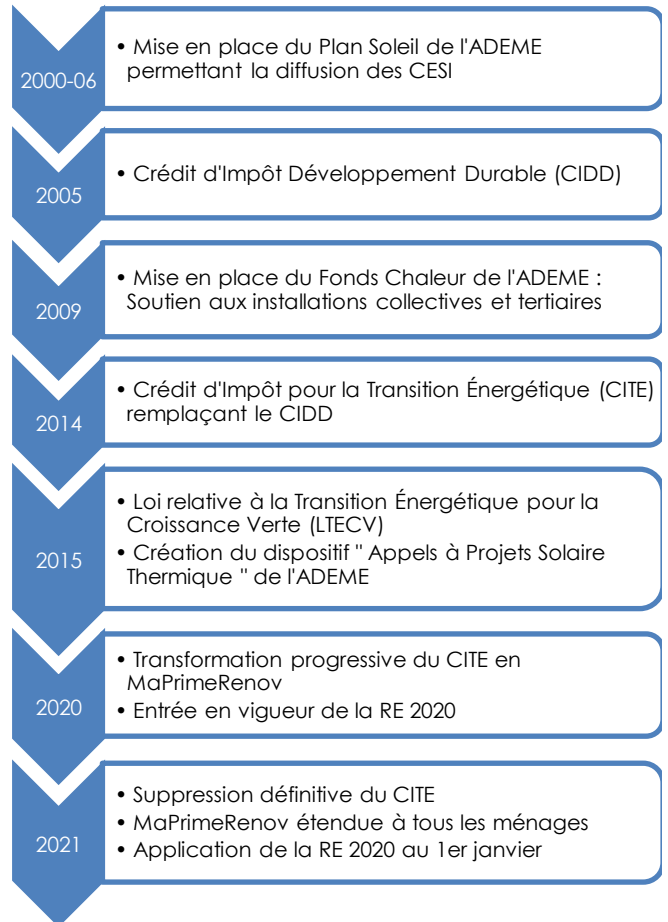
<b>Fabrication des équipements</b>	Fabrication de capteurs et de composants
<b>Distribution des équipements</b>	Grossistes et détaillants
<b>Installation</b>	Pose dans les logements individuels et les bâtiments collectifs
<b>Maintenance</b>	Visites d'entretien, Réparations

## Contexte réglementaire

### MaPrimeRenov : Remplaçant du CITE

En application de l'article 15 de la Loi de Finances pour 2020, le CITE est progressivement transformé en « MaPrimeRenov », une aide davantage ciblée sur la performance énergétique et les ménages modestes. Jusqu'à la suppression définitive du CITE en 2021, cette prime est versée par l'Agence Nationale de l'Habitat (Anah). La transformation intégrale du CITE en cette nouvelle aide est réalisée en deux temps.

- Dès le 1<sup>er</sup> janvier 2020, le versement des premières aides aux ménages les plus modestes se fait à partir du mois d'avril. Les ménages non éligibles à MaPrimeRenov bénéficieront, sous certaines conditions, d'un CITE transitoire jusqu'au 31 décembre 2020. Le CITE 2020 s'adresse seulement aux propriétaires réalisant des travaux d'économie d'énergie en 2020 pour leur habitation principale. Le montant du CITE 2020 ne se calcule plus en fonction d'un pourcentage du montant des dépenses éligibles (30 % pour les installations solaires thermiques). Il est dorénavant déterminé selon un forfait par type de travaux sans pouvoir dépasser 75 % de la dépense effectuée. Sur une période de 5 ans (du 1<sup>er</sup> janvier 2016 au 31 décembre 2020), les dépenses sont plafonnées à 2 400 € pour une personne et 4 800 € pour un couple soumis à une imposition commune. Le montant du CITE 2020 est de 3 000 € pour les Systèmes Solaires Combinés (SSC) et 2 000 € pour les Chauffe-Eaux Solaires Individuels (CESI).
- Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le CITE sera définitivement supprimé et MaPrimeRenov sera étendu à tous les ménages (à l'exception des plus aisés des déciles 9 et 10).



Le CITE 2020 est cumulable avec l'éco-Prêt à Taux Zéro (éco-PTZ) et le taux de TVA réduit à 5,5 % (au lieu de 20 %) pour l'installation de capteurs solaires thermiques éligibles au CITE.

### Plan Soleil et Fonds Chaleur

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 2018, le Fonds Chaleur soutient l'installation de 105 320 m<sup>2</sup> de capteurs dans l'habitat collectif (dont 2 260 m<sup>2</sup> en 2018) et 31 755 m<sup>2</sup> de capteurs dans le secteur tertiaire (dont 1 560 m<sup>2</sup> en 2018).

### Solutions individuelles peu compétitives et réglementation devenue défavorable pour le collectif

Imposant une consommation maximale de 50 kWh/m<sup>2</sup> par an aux bâtiments individuels, la RT 2012 favorise l'utilisation des énergies renouvelables dans les constructions individuelles. Pour autant, le segment des installations solaires thermiques individuelles en Métropole est en recul permanent depuis 2013. L'étude ADEME sur la compétitivité de la filière (2013) montre que le principal obstacle au développement de la filière est son prix élevé comparé à celui du gaz et de l'électricité. Les acteurs confirment ce constat. Combinés aux faibles prix du gaz et de l'électricité, les prix actuels d'installation ne

permettent pas aux chauffe-eau solaires de concurrencer les solutions alternatives (CET, PAC, et photovoltaïque – nouveau compétiteur dans la production d'eau chaude sanitaire en mode autoconsommation).

En collectifs neufs, la RT 2012 autorise une consommation jusqu'à 57,5 kWh/m<sup>2</sup>, ce qui casse la dynamique du solaire collectif dans le neuf. De plus, la réglementation n'impose pas de taux minimum d'énergies renouvelables dans le logement collectif. Malgré le soutien du Fonds Chaleur, les systèmes solaires collectifs en Métropole sont en recul entre 2013 et 2017, le déficit de compétitivité par rapport aux autres modes de production de chaleur faisant frein à son implantation. En 2018, ce secteur retrouve le chemin de la croissance (+3 % des surfaces posées) et semble enfin se stabiliser.

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>68</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.

### Fragilisation du marché européen du solaire thermique

- Les surfaces de capteurs nouvellement installés en UE se limitent à 2,3 millions de m<sup>2</sup> en 2018, contre 2,1 millions de m<sup>2</sup> en 2017 et 4,6 millions de m<sup>2</sup> en 2008.
- La superficie du parc de l'UE s'élève à 53,5 millions de m<sup>2</sup> en 2018 (+3 % par rapport à 2017).
- L'Allemagne reste le 1<sup>er</sup> marché européen, avec 573 500 m<sup>2</sup> de capteurs installés en 2017, soit une puissance de 401,5 MWth. Viennent ensuite la Grèce (328 500 m<sup>2</sup> installés, 230 MWth) et la Pologne (310 000 m<sup>2</sup> installés, 217 MWth). La France arrive en 6<sup>ème</sup> position, avec 156 120 m<sup>2</sup> installés et 109,3 MWth.
- Les industriels européens se tournent désormais vers de nouveaux marchés à l'export pour assurer leurs ventes (Moyen-Orient, Afrique).

Source : EurObserv'ER (2019), État des énergies renouvelables en Europe, 19<sup>e</sup> bilan

## 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 (112,9 M€ de CA en 2018, dont 91 % à l'export, pour 510 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 Saunier Duval en France) met en service 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 2018, Saunier Duval affiche un CA de 198 M€ (dont 60 % à l'export) et emploie 415 salariés.

Les deux plus anciennes entreprises françaises spécialisées dans le solaire thermique connaissent des difficultés. Clipsol est en liquidation judiciaire (1,5 M€ en 2017 pour 35 salariés). 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.

### Quali'Sol : Garantie des réalisations de qualité

La plupart des installateurs de systèmes solaires thermiques sont regroupés sous le label Quali'Sol (Qualisol CESI, Qualisol Combi, Qualisol Collectif). La baisse du marché conduit à une diminution importante du nombre d'installateurs. Le label regroupe plus de 1 830 entreprises (1 475 en CESI, 345 en SSC et 10 en CESC) au 1<sup>er</sup> janvier 2019, contre 12 000 en 2009. La qualification Qualisol permet de fiabiliser les installations. Selon les 260 audits réalisés en 2018, les taux de satisfactions sont de 89 % pour les CESI, 87 % pour les SSC, et de 66 % pour les CESC.

<sup>68</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

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 2019, ce dispositif rassemble plus de 2 500 membres, professionnels et maîtres d'ouvrage.

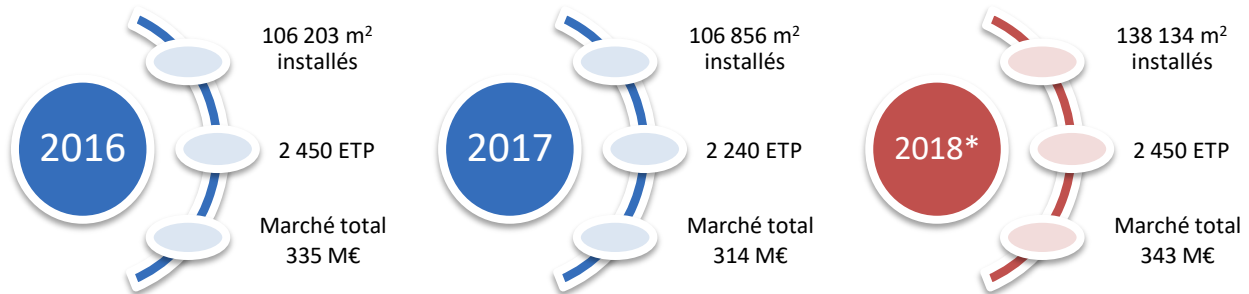
### Solaire à concentration pour la production d'électricité

L'énergie solaire thermodynamique a l'avantage de produire de l'électricité en continu grâce aux systèmes de stockage thermique auxquels elle peut être associée. C'est une technologie destinée aux pays disposant d'un très fort ensoleillement direct.

Après un pic d'installation à 1,3 GW en 2013, la puissance mondiale des centrales solaires thermodynamiques est de 4 879 MW fin 2017, dont 2 314 MW en Europe. Pour l'instant, l'Espagne reste le seul pays européen à avoir développé une filière commerciale de production d'électricité solaire thermodynamique (2 304 GW). Les principaux fournisseurs mondiaux sont Ausra (racheté par AREVA), Siemens, Abengoa Solar et Acciona Solar.

En France, après une 1<sup>ère</sup> expérience abandonnée fin des années 1980, la technologie fait l'objet d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) de l'ADEME en 2011, suivi d'un appel d'offres en 2012 incluant un volet solaire thermodynamique. Trois projets sont sélectionnés dans le cadre de l'AMI 2011 et deux dans le cadre de l'AO 2012. Ces projets sont toujours en cours de développement. En 2017, deux projets prototypes de 0,75 MW sont installés en France : La Seyne-sur-Mer (mis en service en 2010) et Augustin Fresnel 1 (mis en service en 2011).

## Situation du marché et de l'emploi



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

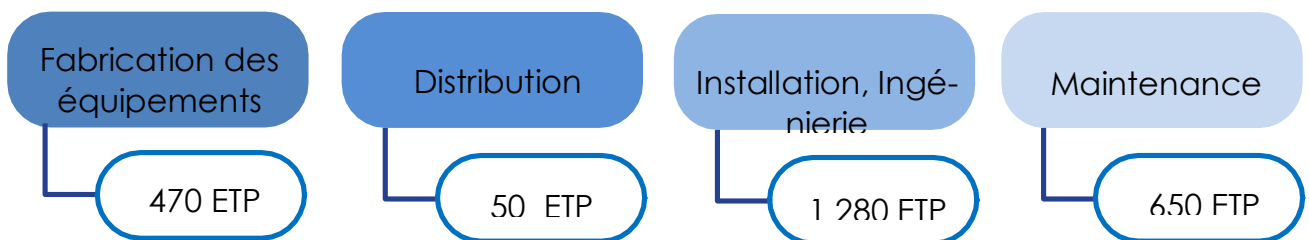
Le marché peut être scindé entre systèmes individuels (CESI et SSC) et collectifs. Notons également l'existence de marchés particuliers tels que la colonne solaire (combinant chaudière et ballon).

En 2018, plus de 138 130 m² de capteurs sont installés (+15 % en moyenne par an par rapport à 2016) :

- 113 130 m² d'installations individuelles (+23 % en moyenne par an par rapport à 2016)
- 25 000 m² de systèmes collectifs (-9 % en moyenne par an par rapport à 2016)
- 44 420 m² en Métropole : 20 440 m² d'installations individuelles et 23 980 m² de systèmes collectifs
- 93 720 m² dans les DOM : 92 690 m² d'installations individuelles (CESI uniquement) et 1 030 m² de systèmes collectifs

En 2018, le marché du solaire thermique s'élève à 343 M€, répartis entre la fabrication des équipements (102 M€, dont 85 M€ pour les exports, soit 83 %), les importations (48 M€), la distribution (6 M€), l'installation des équipements (108 M€ ingénierie comprise pour le collectif) et la maintenance (79 M€).

### En 2018, 2 450 emplois dans la filière du solaire thermique



Avec l'augmentation des surfaces posées en 2018 à la fois dans le secteur individuel (+37 % par rapport à 2017) et le secteur collectif (+3 %), les emplois augmentent également de 9 %, soit 2 450 ETP. Parmi ces emplois, 1 800 ETP sont liés aux investissements (fabrication y compris pour l'exportation, distribution et installation des équipements) et 650 ETP à la maintenance.

Hors maintenance, les emplois d'investissement en 2018 augmentent de 10 % par rapport à l'année précédente. L'augmentation des emplois associés aux investissements domestiques (+24 %) compensent la baisse des emplois liés aux exportations (20 %).

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. Perspective 2019

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.

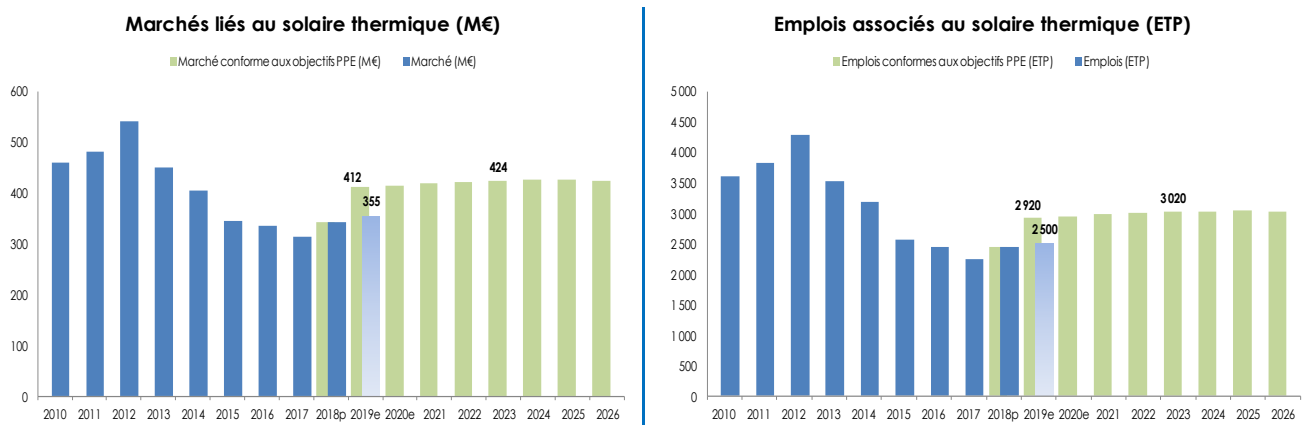
À ces objectifs, s'ajoutent ceux fixés pour les DOM : 615,4 GWh supplémentaires en 2028 par rapport à 2015<sup>69</sup>.

**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 et Solidaire, 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 de 3 816 milliers de m<sup>2</sup> en Métropole et dans les DOM, contre une production de 2,1 TWh sur un parc de 3 326 milliers de m<sup>2</sup> en 2018.



(\*) Hypothèses : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; 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 172 mille m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques chaque année entre 2019 et 2023, le marché total de la filière est estimé à 412 M€ en 2019 et 424 M€ en 2023. En 2023, les investissements représentent toujours la majeure partie du marché, avec 329 M€, l'entretien et la maintenance du parc étant estimé à 95 M€. Les emplois atteindraient 3 020 ETP en 2023 : 2 240 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 la prévision 2019. Cette tendance est moins importante que la trajectoire PPE : 355 M€ et 2 500 ETP pour la tendance, 412 M€ et 2 920 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### Perspectives de la filière

Sans modification de la réglementation et du soutien à la filière, les acteurs sont très pessimistes quant à l'évolution du marché des solutions individuelles (CESI et SSC), particulièrement en France métropolitaine. Avec l'entrée en vigueur de l'arrêté relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (2017<sup>70</sup>), ainsi que de la RE 2020, les performances thermiques fixées dans l'existant sont de plus en plus exigeantes pour les travaux d'isolation et d'installation/de remplacement d'équipements. Concernant les appareils d'eau chaude sanitaire, les exigences en termes de performance énergétique n'inciteraient pas particulièrement à l'installation de nouveaux systèmes de production de chaleur sanitaire.

Concernant les installations collectives, 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.

<sup>69</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

<sup>70</sup> Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants

## Mesures de soutien de la PPE \*

### Secteur individuel

- Pérenniser le soutien via le CITE aux dispositifs solaires thermiques (CESI, SSC) dans le cadre du recentrage du CITE sur les travaux les plus efficaces ;
- Développer un kit de communication pour les conseillers FAIRE sur l'intérêt du solaire thermique dans l'individuel, pour qu'ils promeuvent davantage cette solution.

### Secteur individuel

- 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) ;
- Depuis, 2019, l'alimentation des réseaux de chaleur par du solaire thermique est prise en compte pour l'attribution de la TVA à taux réduit de la chaleur livrée par des réseaux EnR&R ;
- Intégrer dans les audits énergétiques des grandes et moyennes entreprises une évaluation technico-économique de la production de chaleur solaire ou géothermique ;
- Développer une communication sur l'intérêt du solaire thermique vers le milieu agricole ;
- Diversifier le rôle des animateurs bois énergie vers d'autres technologies comme le solaire thermique et la géothermie.

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.*

*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	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Équipements fabriqués en France	72	85	102	60	48	73	106	73	61	24	17	14	17
Importations d'équipements	69	66	82	79	80	61	54	50	43	47	48	40	48
Distribution des équipements	13	12	15	12	11	8	5	3	2	2	2	4	6
Installation des équipements, Ingénierie	187	199	244	185	171	174	201	155	130	105	96	85	108
<b>Total des investissements</b>	<b>340</b>	<b>362</b>	<b>443</b>	<b>336</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>178</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>46</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>Marché domestique *</b>	<b>365</b>	<b>395</b>	<b>485</b>	<b>382</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>258</b>
<b>Exportations</b>													
Équipements	112	98	134	118	100	110	117	110	104	100	101	97	85
<b>Marché total **</b>	<b>477</b>	<b>493</b>	<b>619</b>	<b>500</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>343</b>
<b>Production **</b>	<b>408</b>	<b>427</b>	<b>537</b>	<b>421</b>	<b>380</b>	<b>420</b>	<b>486</b>	<b>399</b>	<b>361</b>	<b>299</b>	<b>287</b>	<b>275</b>	<b>295</b>

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

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

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

## Emplois associés au solaire thermique

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	330	410	390	270	220	350	480	350	320	130	90	70	80
Distribution des équipements	140	140	170	140	110	80	30	30	20	20	20	30	50
Installation des équipements, Ingénierie	3 050	3 220	3 650	2 600	2 400	2 390	2 780	2 140	1 780	1 310	1 220	1 040	1 280
<b>Total</b>	<b>3 530</b>	<b>3 760</b>	<b>4 210</b>	<b>3 000</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>1 410</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>210</b>	<b>270</b>	<b>350</b>	<b>380</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>Liés au marché domestique</b>	<b>3 740</b>	<b>4 040</b>	<b>4 560</b>	<b>3 380</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>1 920</b>	<b>1 750</b>	<b>2 060</b>
<b>Liés aux exportations</b>	<b>510</b>	<b>470</b>	<b>510</b>	<b>520</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>Total des emplois</b>	<b>4 250</b>	<b>4 510</b>	<b>5 070</b>	<b>3 910</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>2 450</b>	<b>2 240</b>	<b>2 450</b>

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

## Surfaces installées dans la filière du solaire thermique ; Production d'énergie

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>m<sup>2</sup> installés dans l'année (1000m<sup>2</sup>)</b>	<b>267</b>	<b>264</b>	<b>308</b>	<b>238</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>
Systèmes individuels	243	221	243	179	157	145	150	134	107	88	76	83	113
Systèmes collectifs	25	44	65	59	66	80	134	95	75	49	30	24	25
<b>Parc en fin d'année (1000m<sup>2</sup>)</b>	<b>1 107</b>	<b>1 336</b>	<b>1 609</b>	<b>1 815</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>Production d'énergie (GWh)</b>	<b>717,4</b>	<b>862,6</b>	<b>1 028,6</b>	<b>1 158,0</b>	<b>1 282,4</b>	<b>1 408,5</b>	<b>1 568,8</b>	<b>1 695,6</b>	<b>1 790,0</b>	<b>1 865,4</b>	<b>1 930,2</b>	<b>2 002,0</b>	<b>2 052,1</b>

Sources : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables ; 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



## 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 2018 Observ'ER Collectif : 2006 à 2014 SDES ; 2015 à 2018 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	**

## Méthode générale d'évaluation

### Marché total : investissements + maintenance

Le marché intérieur aux prix d'acquisition est estimé à partir des surfaces de capteur 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 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 capteur (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 considère le ratio des années antérieures égal à celui de 2009. Les ratios 2017 et 2018 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). Les ratios 2016 à 2018 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). Les ratios 2016 à 2018 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 et 2017) sont estimés selon les tendances observées.

-2%

Evolution du marché  
2017-2018

1 % des  
emplois

des filières EnR&R étudiées

1 % des  
marchés

# 13. Valorisation énergétique des DMA par incinération

## Points clés

### Un nouvel incinérateur en 2018

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 2013, seules deux nouvelles Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) sont mises en service : Site de Bénèsse-Maremne (mise en service en 2017) et Echillais (mise en service en 2018).

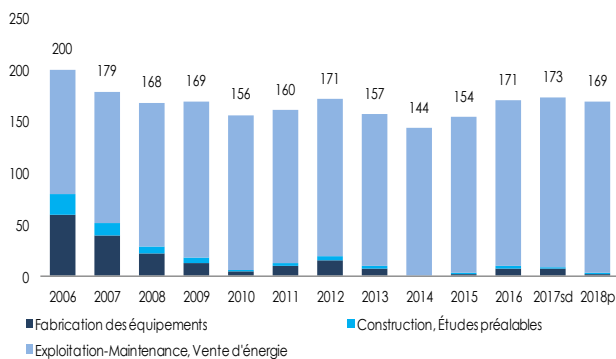
En 2018, le marché total de la filière s'élève à 169 M€, niveau quasi identique à celui de 2016.

### Tendances observées 2016-2018

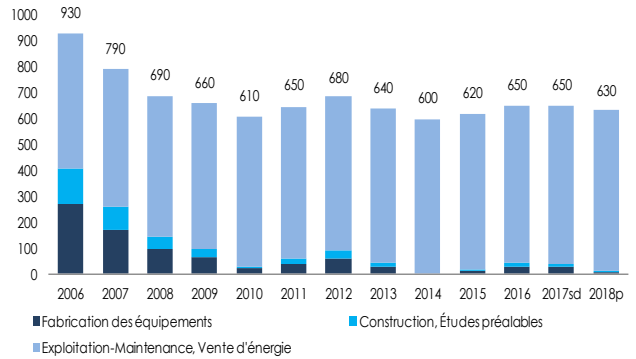
- Investissements annuels (M€) ↘
- Emplois liés à l'investissement (ETP) ↘
- Valeur de l'énergie vendue (M€) ↗
- Emplois de vente domestique d'énergie (ETP) ↗

Les emplois directs associés s'élèvent à 630 ETP en 2018 (contre 650 ETP en 2017). La quasi-totalité de ces emplois (98 %) concernent la vente domestique d'énergie.

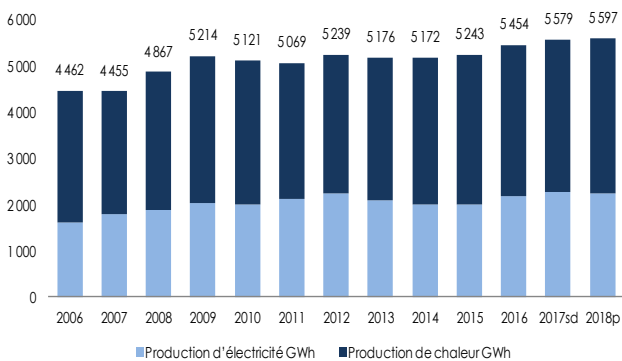
Marchés liés à l'incinération des DMA (M€)



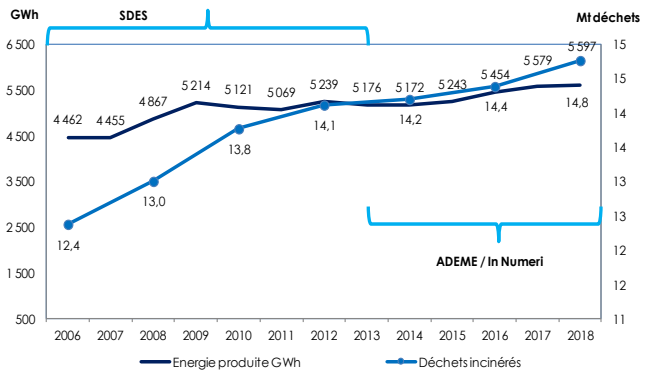
Emplois associés à l'incinération des DMA (ETP)



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 2017, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2018, d'estimations provisoires.

<b>Fabrication</b>	Equipements de valorisation énergétique et de production d'énergie renouvelable
<b>Installation, Études</b>	Construction de site, installation des équipements, études préalables
<b>Vente d'énergie</b>	Vente des énergies issues des UIOM

## Contexte réglementaire

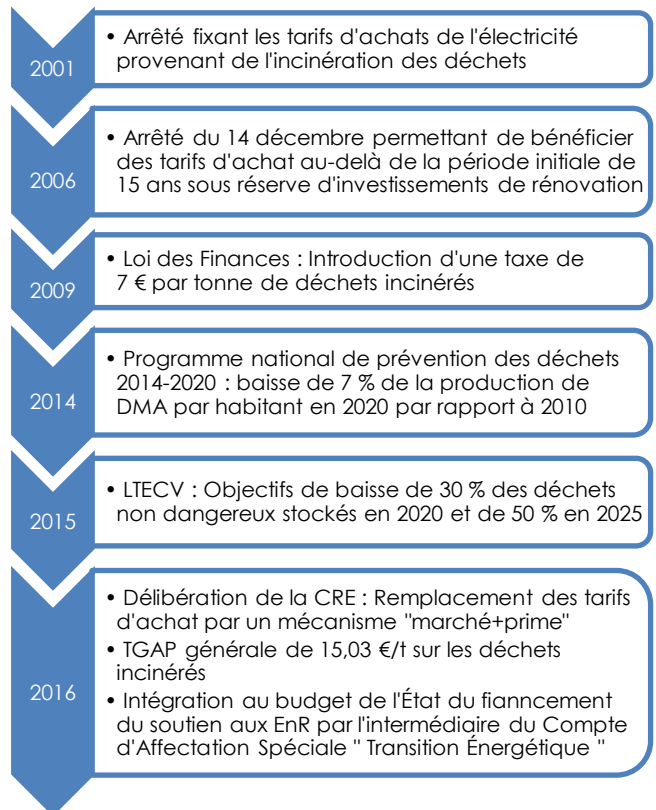
### Évolution des soutiens financiers : tarifs d'achat, complément de rémunération, primes, Fonds Chaleur

Jusqu'ici, l'électricité produite par les installations de traitement thermique des ordures ménagères était vendue dans le cadre du système d'obligation d'achat (modalités fixées par arrêtés sur 15 ans<sup>71</sup>). Les tarifs d'achat de l'électricité provenant des UIOM étaient de 45 à 50 €/MWh + prime à l'efficacité énergétique jusqu'à 30 €/MWh.

Dans le cadre de la réforme européenne des mécanismes de soutien aux énergies renouvelables, 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 mars 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 2018, le taux de base de la TGAP par tonne de déchets incinérés est de 15,03 €/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. En 2018, une UIOM ISO 14001 et ISO 5001, émettant moins de 80 mg/m<sup>3</sup> et ayant un rendement énergétique supérieur à 0,65, bénéficie d'un taux de TGAP de 3,01 €/t. Le taux moyen réel de TGAP est de 5,11 €/t en 2018.

<sup>71</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

### Contexte européen

- On compte 492 unités d'incinération de déchets ménagères renouvelables en Europe en 2017. Un total de 96 millions de tonnes d'ordures ménagères est traité et incinéré dans ces centrales.
- Ces unités produisent 22 179,1 GWh d'électricité (+5 % par rapport à 2016), dont plus de la moitié est issue d'unités fonctionnant en cogénération (56 %). Leur production de chaleur (y compris issue des unités en cogénération) s'élève à 33 774,7 GWh (+4 % par rapport à 2016).
- En 2018, la production d'énergie issue des UIOM en France est de 2 203,7 GWh électrique (46 % en cogénération) et 5 202,4 GWh thermique (64 % en cogénération).
- Le Royaume-Uni reste le pays européen le plus actif sur le plan de la construction de nouvelles unités d'incinération. Sa production d'énergie primaire à partir de déchets ménagers renouvelables augmente de 17 % entre 2017 et 2018, contre 3 % pour la France.

Sources : Confederation of European Waste-to-Energy Plants ; EurObserv'ER (2019), État des énergies renouvelables en Europe

## Les acteurs de la filière de la valorisation des déchets ménagers et assimilés

### Près de 120 UIOM avec valorisation d'énergie

Selon l'enquête ITOM, il existe 117 UIOM avec récupération et valorisation d'énergie en 2016<sup>72</sup>.

Le marché de l'exploitation des incinérateurs est dominé par trois grands groupes : Suez (via ses filiales Sita et Novergie), Veolia, 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 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 TIRU (Traitement Industriel des Résidus Urbains) entre autres.

**CNIM** : Spécialisé dans la construction mécanique et l'ingénierie, le groupe réalise un CA de 689,8 M€ en 2016 (dont 62,1 % à l'export) et emploie 2 610 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.

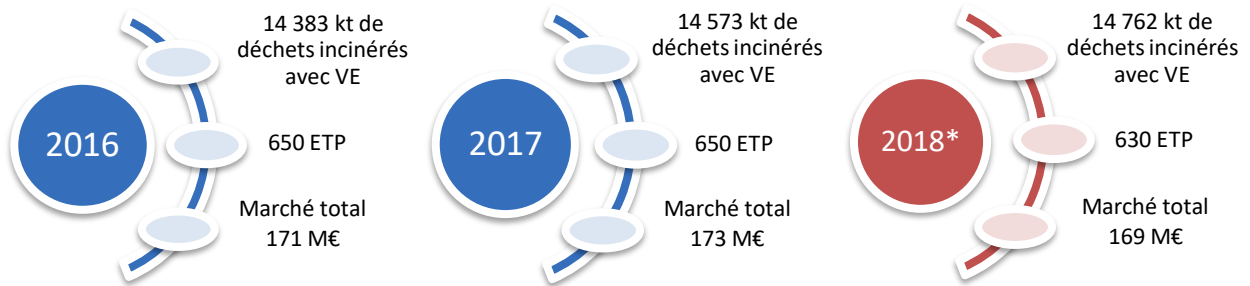
**Inova Opérations** : En 2013, Inova Opérations est retenu comme attributaire du marché de la modernisation du centre de valorisation énergétique des déchets d'Annecy par le Syndicat mixte du Lac d'Annecy (SILA) pour une puissance thermique de 33,4 MWth. En 2017, le CA du groupe s'élève à 18 M€ pour 90 employés.

**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 2018, le CA de l'entreprise est de 59 M€ pour 165 employés.

**TIRU** : L'entreprise est spécialisée dans la gestion des unités d'incinération, mais développe également une activité d'ingénierie et de construction. En 2016, Dalkia (filiale d'EDF) acquiert 75 % du capital de TIRU. L'entreprise change de nom : Dalkia WastEnergy. En 2018, l'entreprise réalise un CA de 66 M€ et emploie 245 salariés.

<sup>72</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



\* Estimations IN NUMERI. VE : valorisation énergétique ; 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 ne choisissent plus de 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 devrait être mise en service en 2021 pour la valorisation de 60 000 tonnes de déchets par an.

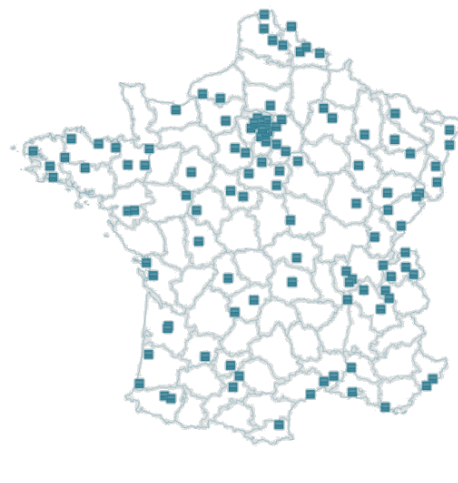
Le projet de Suez concernant l'unité de traitement Valo'Marne (Créteil) est toujours en suspend. D'un montant de 128 M€, ce projet permettrait à l'usine de trier 345 000 tonnes de déchets dès 2020 et d'alimenter en chauffage 10 000 logements supplémentaires (37 000 actuellement).

Entre 2014 et 2016, aucun chantier de construction d'incinérateur n'est lancé en France. Seules deux nouvelles unités sont mises en service après 2016 :

- Site de Bénèze-Maremne : 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.

### Parc français des UIOM avec production énergétique en 2016



Source : ADEME, Enquête ITOM 2016

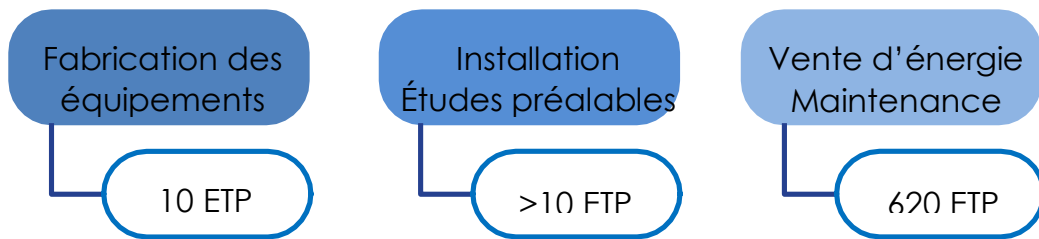
## Hausse de la production et de la vente d'énergie entre 2016 et 2018

Selon les résultats de l'enquête « Collecte des déchets par le service public en France » de l'ADEME (en cours), les quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique augmentent légèrement entre 2016 (14 383 kt) et 2018 (14 762 kt). Cette progression est plus faible qu'entre 2008 et 2010, où ces volumes augmentent de 6 %.

Parallèlement à la hausse des quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique, le SDES indique une production primaire d'énergies renouvelables issues des déchets quasi stable entre 2016 (116,9 GWh) et 2018 (117,4 GWh).

En 2018, la consommation finale de chaleur issue de l'incinération (y compris en autoconsommation) s'élève à 3 359,9 GWh. Cette même année, la production d'électricité s'élève à 2 237,5 GWh (part renouvelable). On estime que 86 % de la chaleur et 75 % 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 166 M€ en 2018 (une hausse moyenne de 2 % par an par rapport à 2016).

## Des emplois en légère baisse en 2018



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) est de plus de 4 100 salariés (ITOM 2016). En 2018, les emplois de vente d'énergie renouvelable s'élèvent à 620 ETP, proportionnel à la part de la vente d'énergie dans le chiffre d'affaires des UIOM.

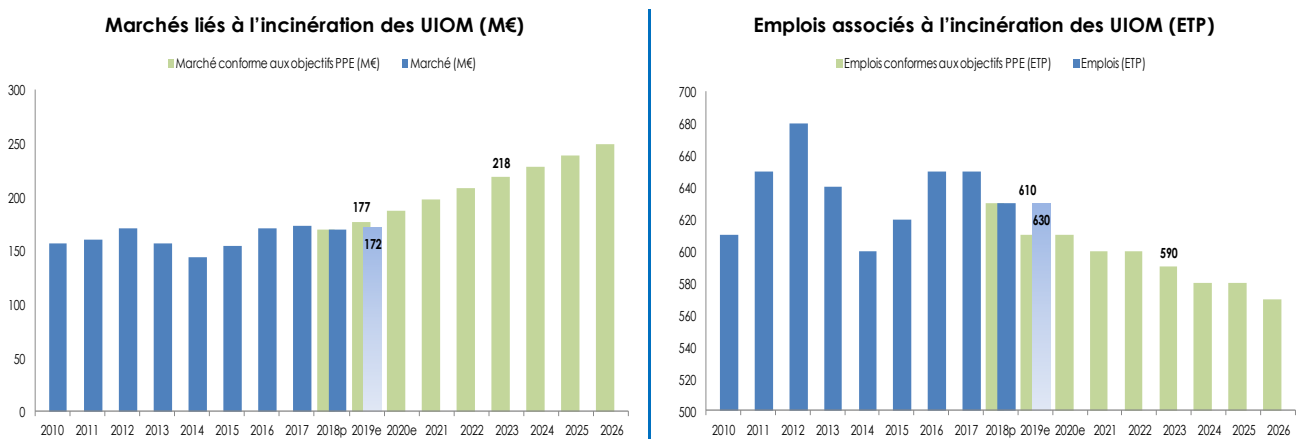
## Objectifs de la PPE vs. Perspective 2019

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 et Solidaire, 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 actuelle (3,4 TWh en 2018). Avec 2,2 TWh d'électricité produite en 2018, cette dernière resterait quasi identique à horizon 2028.

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 : coûts et prix constants par rapport à 2018, ratios d'emplois constants par rapport à 2018 ; p : provisoire ; e : estimé  
Source : Estimations IN NUMERI

En se basant sur l'objectif moyen 2028, à savoir la production de 0,7 TWh chaque année entre 2019 et 2028, le marché total liés aux UIOM est estimé à 177 M€ en 2019 et 218 M€ en 2023. En 2023, le marché concerne intégralement l'exploitation-maintenance des UIOM existantes. Les emplois associés atteindraient 590 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 la prévision 2019. Cette tendance est proche de la trajectoire PPE : 172 M€ et 630 ETP pour la tendance, 177 Mds€ et 610 ETP pour la trajectoire PPE.

À noter que, compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle, aucune tendance n'est estimée pour l'année 2020.

### 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.

*(\*) Annonces du groupe de travail ministériel. Certaines de ces mesures sont en cours d'implémentation (arrêtés modificatifs bientôt publiés), d'autres inscrites dans la PPE, d'autres encore en projet.*

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

### BREF en cours d'élaboration

Un *Best Available Technique Reference* est actuellement en cours d'élaboration qui rendra obligatoire un certain nombre de dispositifs de performance énergétique. Cette optimisation pourrait conduire à une production de chaleur supplémentaire de l'ordre de 7 à 10 TWh, dont 60 % (4 à 6 TWh) à destination des réseaux de chaleur et de refroidissement.

Les documents BREF décrivent par secteur d'activité les meilleures techniques disponibles et les niveaux de performance associés à ces techniques. L'inspection des installations classées pourra être appelée à examiner le ratio d'efficacité énergétique de chaque unité de valorisation énergétique pour qu'il atteigne le meilleur ratio possible dans la fourchette admissible.



# Résultats détaillés

## Marchés liés à l'incinération des déchets ménagers

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Investissements domestiques</b>													
Equipements fabriqués en France *	59	39	22	13	4	10	15	7	0	3	7	7	2
Construction, Études préalables	20	13	7	4	1	3	5	2	0	1	2	2	1
<b>Total des investissements</b>	<b>79</b>	<b>52</b>	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>3</b>
<b>Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie</b>	<b>121</b>	<b>127</b>	<b>139</b>	<b>152</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>166</b>
<b>Marché total **</b>	<b>200</b>	<b>179</b>	<b>168</b>	<b>169</b>	<b>156</b>	<b>160</b>	<b>171</b>	<b>157</b>	<b>144</b>	<b>154</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>169</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 domestique d'énergie

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

## Emplois liées à l'incinération des déchets ménagers

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017sd	2018p
<b>Liés aux Investissements domestiques</b>													
Fabrication des équipements	270	170	90	70	20	40	60	30	0	10	30	30	10
Construction, Études préalables	140	90	50	30	10	20	30	20	0	10	10	10	0
<b>Total</b>	<b>410</b>	<b>260</b>	<b>140</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>10</b>
<b>Liés à la maintenance et la vente d'énergie</b>	<b>520</b>	<b>530</b>	<b>550</b>	<b>560</b>	<b>580</b>	<b>590</b>	<b>590</b>	<b>590</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>610</b>	<b>620</b>
<b>Total des emplois</b>	<b>930</b>	<b>790</b>	<b>690</b>	<b>660</b>	<b>610</b>	<b>650</b>	<b>680</b>	<b>640</b>	<b>600</b>	<b>620</b>	<b>650</b>	<b>650</b>	<b>630</b>

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

## Quantité de déchets incinérés ; Production d'énergie liée à l'incinération des déchets ménagers

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018p
Déchets incinérés avec VE kt *	12 372	12 686	12 999	13 383	13 767	13 940	14 113	14 154	14 195	14 289	14 383	14 573	14 762
Production d'électricité GWh	1 627	1 799	1 884	2 042	1 991	2 116	2 241	2 085	1 988	2 014	2 180	2 262	2 238
Production de chaleur GWh	2 835	2 656	2 983	3 172	3 130	2 953	2 998	3 091	3 184	3 229	3 274	3 317	3 360
<b>Production totale GWh</b>	<b>4 462</b>	<b>4 455</b>	<b>4 867</b>	<b>5 214</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>5 579</b>	<b>5 597</b>

(\*) VE : valorisation énergétique. Les données manquantes 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 2017 : Évolution selon ADEME (Enquêtes ITOM) ; 2018 : ADEME (en cours), Enquête sur la collecte des déchets par le service public en France

**Note :** Les résultats présentés cette année ne sont pas comparables avec ceux de l'édition précédente suite à des corrections apportées aux prix de vente de la chaleur, ainsi que sur les données issues de la base SINOE à partir de 2015 (capacité réglementaire des UOM). On décide de ne pas prendre compte des différences entre la base SINOE 2019 et celle de l'année précédente concernant les installations mises en service avant 2015. Ces différences peuvent s'expliquer par des arrêts momentanés des installations pour travaux de maintenance et ne concernent pas les investissements de mise en service de l'unité.

## 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 de l'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 2018 : Evolution ADEME (Enquêtes ITOM et Collecte en cours)	**
<b>Part de l'énergie vendue (%)</b>		ADEME, Enquêtes ITOM et Collecte (en cours) pour les années paires	**
<b>Prix de l'énergie (€/MWh)</b>			
Électricité (€/MWh)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes I	***
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	**

# 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 domestiques

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). À cette liste, on ajoute le projet d'UIOM d'Echillais (mise en service en 2018 avec une capacité de 69 000 tonnes).

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 établi sur la base des données de la délibération de la CRE (2016) concernant le projet d'arrêté 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). Les données sont disponibles de 2006 à 2017. Pour 2018, on fait évoluer la production d'électricité en 2016 selon le taux d'évolution des déchets collectés (+3 % entre 2014 et 2016 ; Enquête en cours de l'ADEME sur la collecte de déchets).

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 (auto-consommée et vendue) issue des enquêtes ADEME (ITOM et Collecte) 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 et Collecte).

Pour l'électricité, les prix unitaires (€/MWh) sont calculés selon les données de la CRE (Délibérations sur les CSPE, Annexes 1) sur la production d'électricité (GWh) et le coût d'achat (M€). Pour la chaleur, on retient un prix de vente unique de 24 €/MWh sur la période 2006-2018 (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 2017. Les ratios 2018 sont estimés selon la tendance observée sur les trois dernières années.

Les emplois dans la production d'énergie sont calculés à partir des quantités incinérées. 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. De même que pour les investissements, on ne retient que les emplois liés à l'énergie renouvelable. On retient le taux de 14 % (ADEME).

# 14. Réseaux électriques intelligents

## Points clés

### Quantification complexe du marché des REI

La profonde mutation en cours du système énergétique passe par l'intégration au système électrique d'un ensemble de services de flexibilité et d'information (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 vise à identifier 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 la 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), 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.

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 138)</b>	82
---	----

---

<b>Nombre de compteurs Linky posés fin 2018 (millions)</b>	15,3
--	------

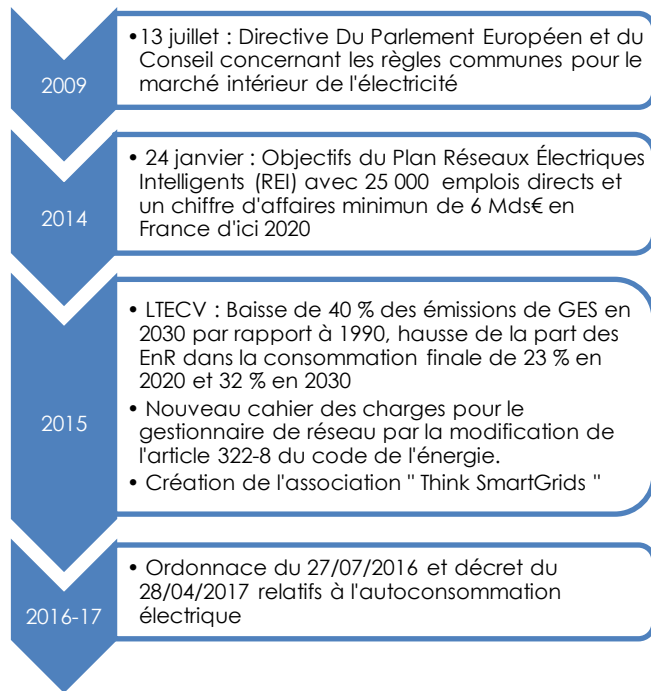
---

## 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, 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>73</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 » du RTE (2014) a pour vocation la consolidation des filières électriques et informatiques françaises sur le marché des REI à forte croissance et créateurs d'emplois. Ainsi, la France compte sur les leaders mondiaux dans toutes les technologies concernées : opérateurs de réseaux électriques et télécoms, équipements, fabricants de composants, ingénierie logicielle, data centers.



Dans le cadre de la LTECV<sup>74</sup>, le cadre expérimental du service de flexibilité local est mis en place avec 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>75</sup> et le décret du 28 avril 2017<sup>76</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, la filière emploie actuellement 15 000 personnes en France (hors opérateurs de réseaux, universités et centres de recherche publics) pour un CA de 3 Mds€ (dont 50 % à l'export). L'exportation est d'autant plus importante que les investissements au niveau mondial sont estimés à 30 Mds€ par an.

Selon une étude réalisée par le cabinet Xerfi<sup>77</sup>, le marché français des réseaux intelligents d'eau, de gaz et d'électricité<sup>78</sup> est en forte hausse depuis 4 ans et passe de 800 M€ en 2016 à 1,5 Mds€ en 2018.

<sup>73</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>74</sup> Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

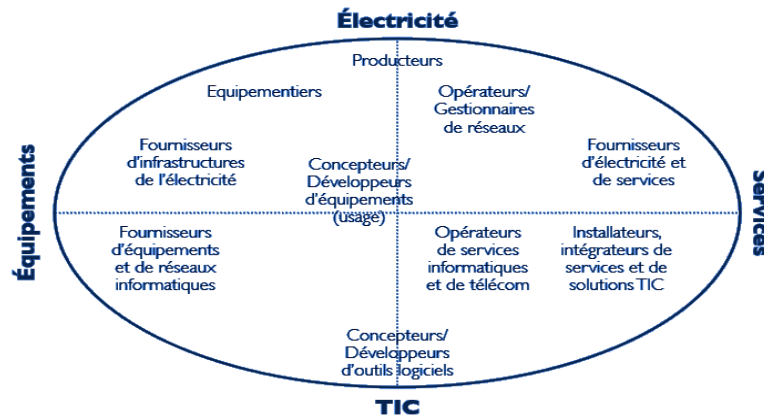
<sup>75</sup> Ordonnance n° 2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité

<sup>76</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>77</sup> Xerfi (2017), Le marché des réseaux intelligents en France, Électricité, gaz naturel et eau : Leviers de croissance des acteurs et perspectives du marché des smart grids à l'horizon 2022

<sup>78</sup> Compteurs intelligents et gestion automatisée des réseaux

## Types d'acteurs de la filière des systèmes électriques intelligents



Source : ADEME (2013), Feuille de route stratégique des systèmes électriques intelligents

### 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.

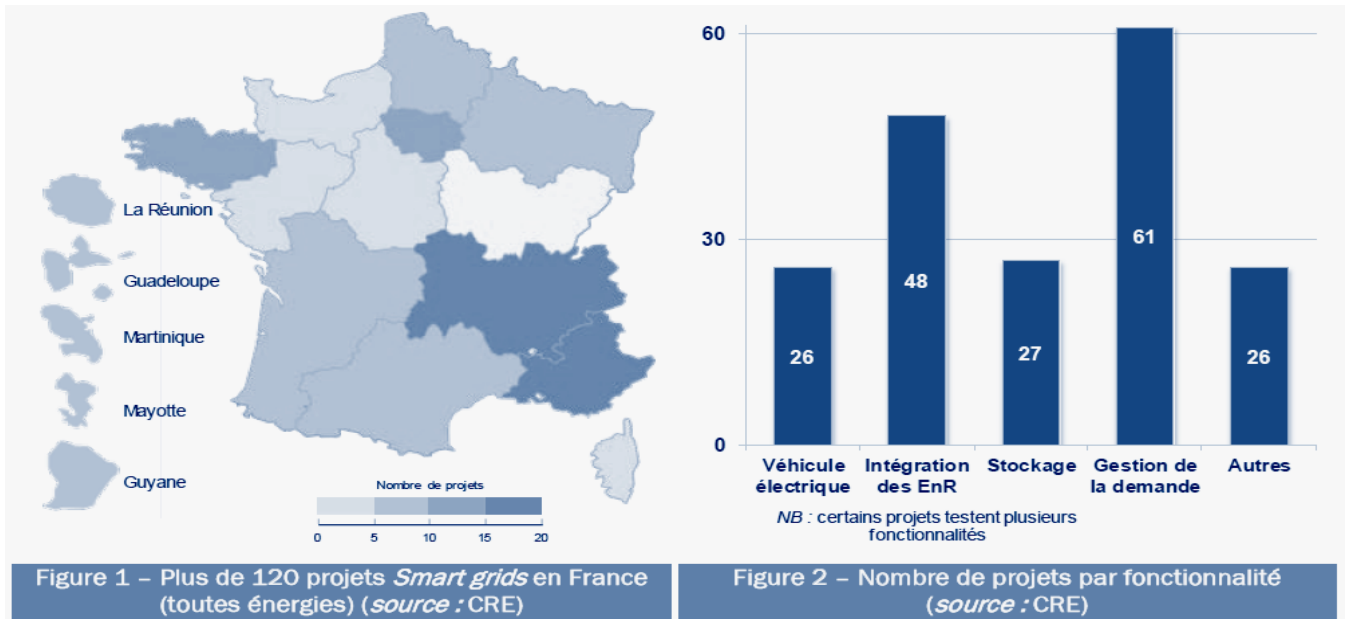
Source : [www.les-smartgrids.fr](http://www.les-smartgrids.fr)

### R&D, démonstrateurs et projets

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) identifie plus de 120 projets liés aux réseaux intelligents, tandis que l'inter-pôle Smart Energy French Clusters (anciennement Smart Grids France), composé de 9 pôles de compétitivité spécialisés dans l'énergie et les télécommunications et regroupant 2 000 adhérents (dont 1 300 PME), totalise 2 300 projets labellisés par ces neuf pôles d'un montant global de 8 Mds€ d'investissement (dont 2,8 Mds€ financés par des financements publics).

Sur la base d'un ratio de 1 emploi ETP pour 175 k€ de dépense<sup>79</sup> et en retenant l'estimation de l'Interpole Smart Grids France, le nombre total d'homme\*an lié à la réalisation de ces projets pourrait atteindre 6 860 personnes (soit, à titre d'exemple, un millier par an pendant 7 ans).

<sup>79</sup> Moyenne du ratio issu du projet « Smart Energy Aware Systems » (SEAS) de 150 k€/ETP et du ratio ESANE de la NAF 71.12B Ingénierie et études techniques (200 k€/ETP)



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 4,97 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 une dynamique 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), FLEXGRID à 200 M€ (PACA), You&Grid à 165 M€ (Métropole Européenne Lilloise). FLEXGRID et SMILE bénéficieront 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 82 projets représentant un budget global de 884,1 M€ (Sources : CRE, ADEME).

Projets	Période	Montant M€	Projets	Période	Montant M€
<b>Toute la France</b>			Energy Positive IT	2011-2014	10,50
CORRI-DOOR	2014-2015	9,70	FUSINI (FLUDIA)	2018-2020	0,77
EnR-Pool	2013-2015	2,30	HELICE	2016-2017	0,47
Infini Drive	2012-2013	9,00	IssyGrid	2011-2015	2,00
MODELEC	2012-2014	2,40	LORATIC (IXEL)	2016-2017	0,37
NEXT	2017-2020	7,10	MOV'EO TREVE	2013-2017	9,80
POST	2013-2016	4,50	SAVE	2011-2012	23,00
REstable	2016-2019	2,47	SMART GRID MONI (Win MS)	2016-2017	0,68
SEAS	2014-2017	11,61	SYNERGIES (SOLUNERGIE)	2016-2017	0,77
TBH Alliance	2015-2017	4,10	<b>Normandie</b>		
<b>Auvergne-Rhône-Alpes</b>			Syndicat Dép. NRJ Calvados	2014-2016	2,85
BeeBryte SAS	2016-2017	0,47	<b>Nouvelle-Aquitaine</b>		
EconHome	2011-2014	12,00	EVER	2012-2014	3,72
GreenLys	2012-2015	36,80	IPERD	2012-2014	1,60
KEEP IT UP	2016-2017	0,46	ZIRI	2014-2016	0,39
Lyon Smart Community	2012-2016	50,00	<b>Occitanie</b>		
m2M	2017-2020	1,33	DIGISOL	2017-2019	2,00
POWER (Kapteos SAS)	2016-2017	0,45	INTERMITTENCE PLUS	2016 -2018	5,10
SIMPADE (NovEner)	2016-2017	0,41	I- Grid (Edison Ways)	2015-2016	0,49
SMAP	2015-2018	0,81	Monitoring THPE	2006-2008	1,05
Smart Electric Lyon	2012-2016	69,00	PRIMERGI	2010-2012	0,74
Transform	2013-2015	7,80	RIDER	2011-2013	5,16
<b>Bretagne</b>			SMART OCCITANIA	2017-2020	8,00
Address	2008-2013	16,00	SMART ZAE	2012-2014	4,30
Elhyra	2010-2012	0,02	SOGRID	2011-2014	26,00
Rennes Grid	2017-2021	5,80	<b>Pays-de-la-Loire</b>		
PRIDE	2017-2019	5,40	ECOZA	2012-2014	97,60
Solenn	2014-2016	13,30	Smart Grid Vendée	2013-2017	27,70
<b>Centre-Val de Loire</b>			QT4 (QTS ENERGY)	2016-2017	0,69
Afficheco	2009-2012	1,40	<b>PACA</b>		
Ecolink	2014-2019	20,00	CityOpt	2014-2016	3,91
<b>Grand Est</b>			EVA (Qualisteo)	2016-2017	0,42
a3M	2011-2014	0,60	GDB SSG	2016-2017	0,42
CROME	2011-2013	6,41	Homepulse (ABILLE)	2016-2017	0,41
Ene.Field	2012-2016	61,00	Jupiter1000	2018-2021	30,30
EPILOG	2015-2016	0,40	NICE Grid	2011-2014	30,00
VENTEEA	2013-2015	20,50	PREMIO	2008-2012	8,10
<b>Hauts-de-France</b>			PicoWatty	2017-2019	4,00
EnergyTIC	2010-2014	1,90	RéFLexE	2012-2015	8,70
GRHYD	2014-2019	15,30	SENSOMI	2012-2013	0,16
Postes Intelligents	2013-2016	32,00	TELEWATT	2012-2013	3,53
SO MEL SO CONNECTED	2017-2019	8,51	<b>Corse</b>		
VERTPOM	2017-2020	8,50	Millener	2011-2014	30,50
<b>Île-de-France</b>			Myrte	2012-2017	21,00
BienVenu	2015-2017	10,00	Smart Electricity	2006-2010	20,50
DREAMS (EQINOV Demand Side Management)	2016-2017	0,37	SDEC	2013-2015	2,85
PREDICT-ADAPT	2016-2017	0,42	EPIT	2012-2014	10,00
Eco2CHARGE	2013-2015	13,00	<b>TOTAL</b>		<b>884,11</b>

Sources : CRE ; ADEME



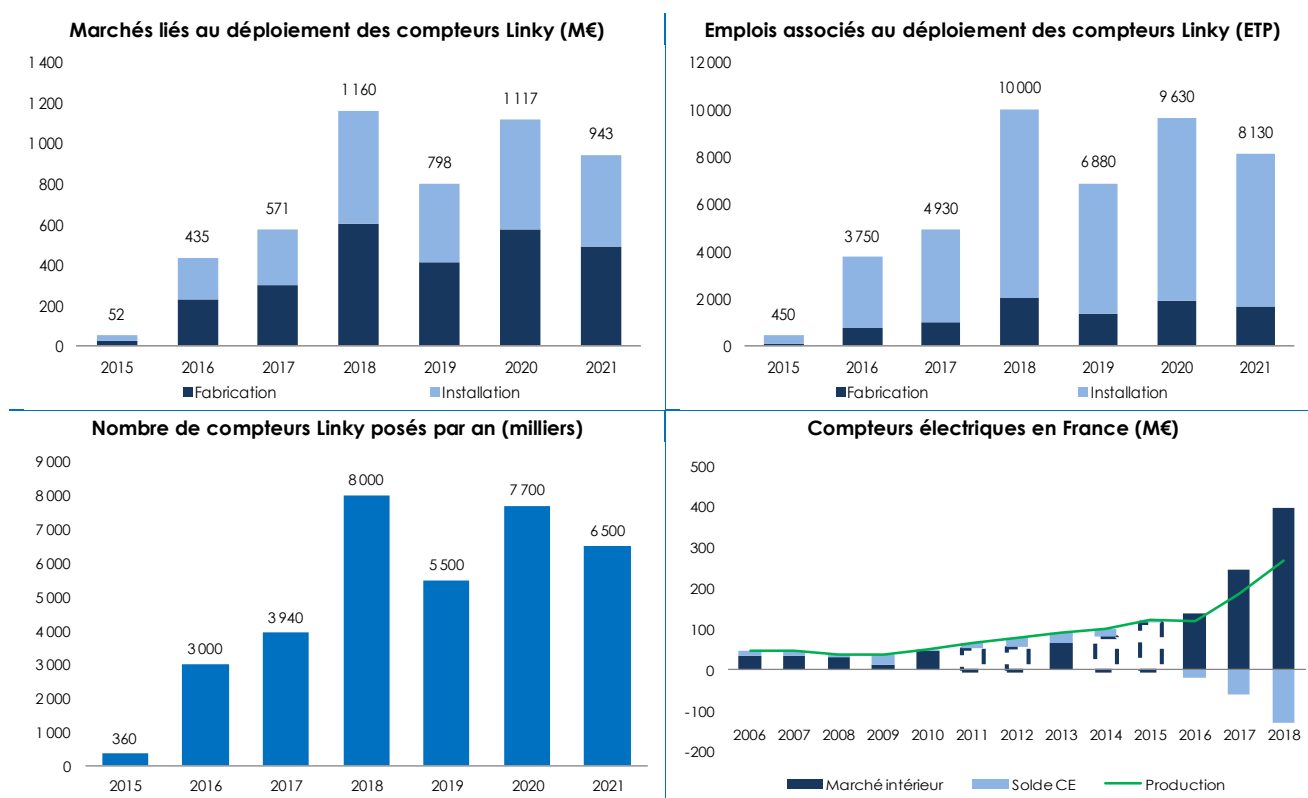


# Déploiement des compteurs communicants Linky

## 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 de 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 2018, 8 000 000 compteurs Linky sont posés dans l'hexagone, représentant un marché de 1 160 M€ et 10 000 emplois directs associés. On constate une croissance exponentielle entre 2016 et 2018 où le marché dépasse pour la première fois le milliard d'euros.



### 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>80</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.

## 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 2018, Sagemcom affiche un CA de 2,1 Mds et collabore avec 5 500 personnes dans le monde. La filiale Sagemcom Multi-Energy Industry est affectée à la fabrication des compteurs Linky et Gazpar. En 2018, le CA de cette filiale s'élève à 83,7 M€ pour près de 70 salariés.

**ITRON France** : Filiale du groupe ITRON USA (un des leaders mondiaux des compteurs et systèmes associés), ITRON France réalise un CA de 405 M€ en 2018 (dont 153 M€ à l'export) et emploie 1 040 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 2018, l'entreprise réalise un CA de 72,4 M€ (dont 2,4 M€ à l'export) et emploie plus d'une centaine de personnes.

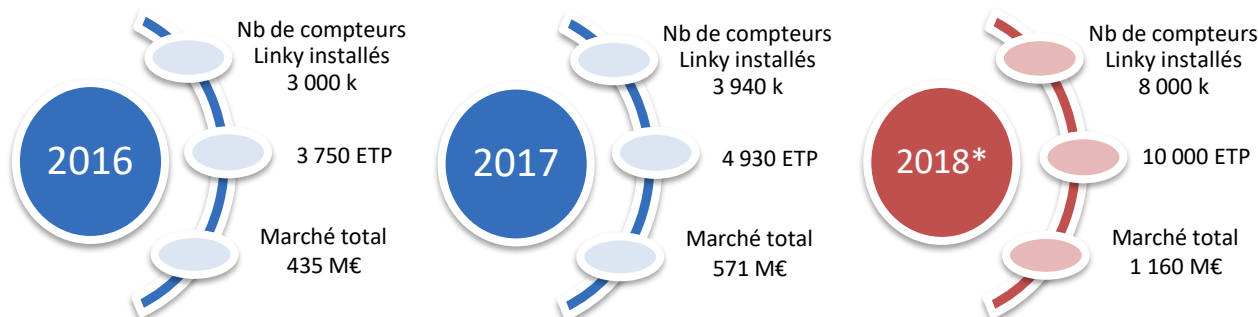
**Ziv France** : Cette filiale espagnole appartient au groupe Crompton Greaves, de l'indien Avantha Group Company. Dans le cadre de l'obligation en Espagne de remplacer 70 % des compteurs analogiques en 2016 et 100 % en 2018, près de 10 millions de compteurs communicants sont déjà livrés sur 5 sites 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, cette entreprise réalise un CA de 30,6 M€ en 2018 pour 65 salariés.

## 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.

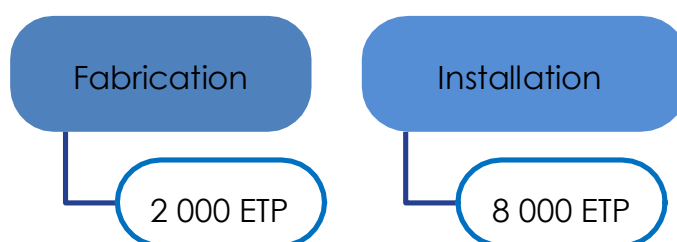
## Situation du marché et de l'emploi



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

Fin 2016, 3 360 000 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 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 2018, les investissements sont de 600 M€ pour la fabrication et 560 M€ pour la pose des compteurs.

## En 2018, 10 000 emplois directs dans le déploiement des compteurs Linky



<sup>80</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



## 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 domestiques</b>							
Équipements fabriqués en France	27	225	296	600	413	578	488
Installation des équipements	25	210	276	560	385	539	455
<b>Marché total</b>	<b>52</b>	<b>435</b>	<b>571</b>	<b>1 160</b>	<b>798</b>	<b>1 117</b>	<b>943</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 domestiques</b>							
Équipements fabriqués en France	90	750	990	2 000	1 380	1 930	1 630
Installation des équipements	360	3 000	3 940	8 000	5 500	7 700	6 500
<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>9 630</b>	<b>8 130</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	7 700	6 500

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)	**

## 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 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. Energies marines renouvelables

## Points clés

### Des appels d'offres 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 fluvial, marémoteur, houlomoteur, gradient de salinité) et les filières productrices de chaleur (Énergie Thermique des Mers ETM ou maréthermique, 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>) et ouvert sur tous les océans, des industries performantes, de nombreux organismes de recherche.

Toutes les énergies marines ne sont pas au même niveau 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 avec une commercialisation qui devrait commencer en 2021. Quant aux autres filières, elles n'ont pas encore atteint la phase industrielle.

Par ailleurs, la PPE d'avril 2020 ne propose des objectifs de développement que pour l'éolien en mer posé et flottant. Cette situation ne permet donc pas d'estimer les

marchés sur le modèle de ce qui est fait dans le reste de l'étude « Marchés et Emplois » (sur la base des mises en service annuelles notamment).

Cependant, depuis 2016, l'Observatoire des Energies de la Mer réalise chaque année une enquête auprès des entreprises présentes sur le marché qui permet d'estimer les marchés et emplois. Selon l'enquête 2019, la filière EMR emploie en 2018 près de 1 500 ETP direct et indirects dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur pour un CA de 551 M€, en hausse de 27 % par rapport à 2016.

En 2018, la quasi-totalité du CA (93 %) et la majorité des emplois (63 %) concernent l'éolien en mer posé et, plus spécifiquement, l'éolien en mer posé à l'exportation. En 2018, 90 % du CA est réalisé à l'exportation.

Il existe actuellement 7 projets éoliens en mer posés pour une puissance totale de 3,5 GW, ce qui représenterait près de 13 Mds€ d'investissement sur une dizaine d'années. Les autres projets d'EMR représenteraient environ 1,2 Mds€ d'investissements sur cette période.

# 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) et Appels À Projets (AAP) ou par l'Institut pour la Transition Énergétique France Énergies Marines (ITE FEM).

## 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, notamment EEL Energy pour son hydrolienne en rupture avec les modèles classiques à turbine, le projet OCEANQUEST pour un démonstrateur d'1 MW à Paimpol-Bréhat ou le projet PHARES qui allie 2 hydroliennes, 1 éolienne, du photovoltaïque et du stockage à Ouessant.

Financés par les IA, les premiers AMI relatifs aux EMR remontent à 2009 et les premiers AAP à 2013. L'AAP « Énergies Marines Renouvelables et fermes pilotes hydroliennes fluviales » est lancé par l'ADEME en août 2015. Il était composé de trois volets :

- **Volet 1** : réalisation de démonstrateurs unitaires innovants pour la filière hydrolienne marine et la filière houlomotrice ;
- **Volet 2** : réalisation de briques technologiques critiques pour le développement des EMR ;
- **Volet 3** : réalisation de fermes pilotes hydroliennes.

Un AAP portant sur les fermes pilotes éoliennes flottantes est lancé en août 2015. Il portait sur des parcs de 3 à 6 machines de puissance unitaires de 5 MW. Désignés fin 2016, les lauréats des quatre zones (3 en Méditerranée et 1 en Bretagne) représentent un total de 96 MW.

Enfin, l'AAP « Investissements d'Avenir - Energies Renouvelables » lancé en 2019 inclut les énergies marines renouvelables.

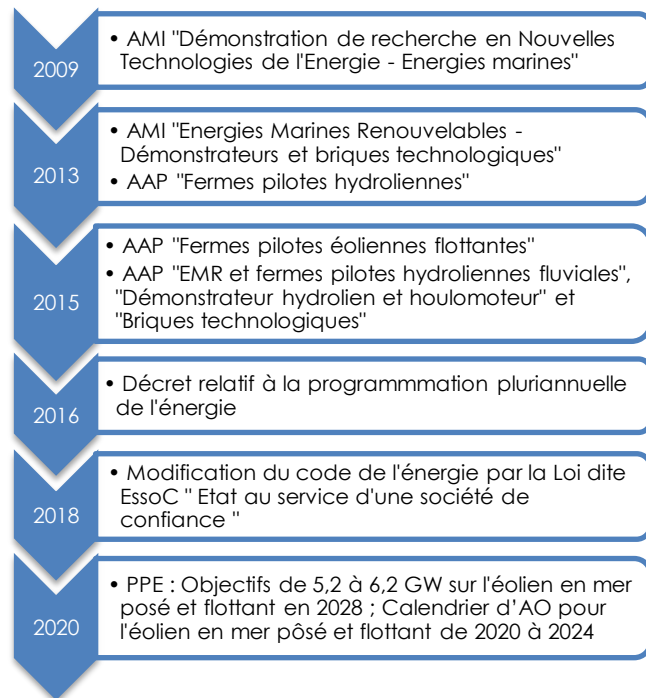
## Programmes d'aides européens

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 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.
- **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 nouvelle période de programmation européenne (2014 à 2020) et doté d'un budget total de 80 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** : Ce programme européen vise 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'actuel programme, 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).

## Procédures d'appels d'offres

Les procédures d'appels d'offres concernent les filières les plus matures des énergies renouvelables. Entre 2011 et 2016, 3 procédures d'appels d'offres sont lancées pour l'éolien en mer posé pour une puissance totale de 3 500 MW.



La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE<sup>81</sup>) prévoit un calendrier annuel d'appel d'offres d'ici 2024 pour l'éolien en mer posé, ainsi que l'éolien flottant, tandis que la Loi Énergie-Climat<sup>82</sup> prévoit le développement de 1 000 MW par an d'ici à 2024. Le volume des appels d'offres pour l'éolien flottant dépendra des prix de vente de l'électricité.

## Simplification des procédures pour l'éolien en mer et les énergies marines renouvelables

Au cours des deux dernières années, 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) 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>83</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>84</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.

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.
- La France possède un fort potentiel avec ses 11 millions de km<sup>2</sup> de territoire maritime. Les autres pays européens à fort potentiel sont le Royaume-Uni, l'Espagne et le Portugal.
- En 2018, les capacités installées d'éolien en mer représentent 23 GW, dont 19 GW en Europe (22 GW en 2019) et 4 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.
- Il existe 5 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.

Sources : IEA (2020), World Energy Outlook 2019 ; Wind Europe (2019), Offshore wind in Europe, Key trends and statistics

# Les acteurs de la filière des énergies marines renouvelables

## 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, la création de clusters régionaux en participant à l'ITE FEM, 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.

<sup>81</sup> Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, Décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie

<sup>82</sup> Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat (1)

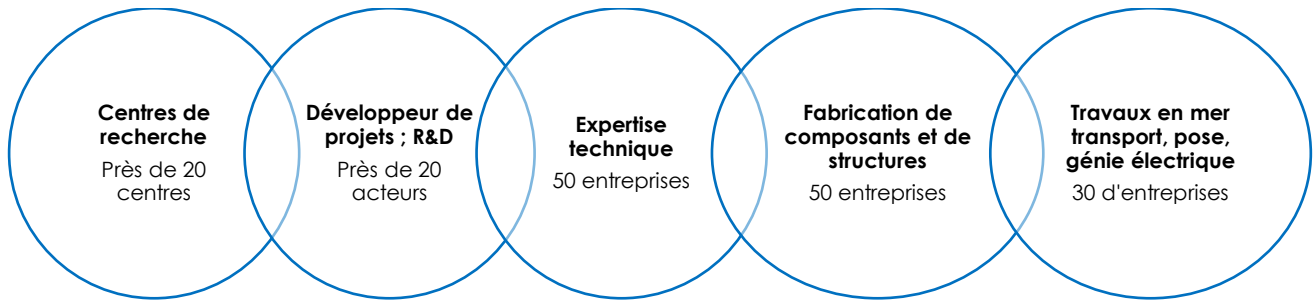
<sup>83</sup> Loi n° 2017-1839 du 30 décembre 2017 mettant fin à la recherche ainsi qu'à l'exploitation des hydrocarbures et portant diverses dispositions relatives à l'énergie et à l'environnement (1)

<sup>84</sup> Loi n° 2018-727 du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance



## Entre 100 et 200 entreprises et centres de recherche intervenant sur les EMR

Selon l'Observatoire des Énergies de la Mer<sup>85</sup>, au moins 200 entreprises et centres de recherche interviennent dans les filières des énergies renouvelables.



### Recherche et développement : segment très actif

Jusqu'à présent, ce segment est celui qui concentre le plus d'activités. 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 Energies 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, sont des précurseurs et ont en permanence des travaux de recherche sur les EMR. Certains industriels - General Electric ou Naval Energies - localisent leurs centres de recherche dédiés aux EMR en France. Les grands énergéticiens (EDF Renouvelables et ENGIE) consentent également des moyens dans leurs efforts de R&D.

### Bureaux d'études et d'ingénierie : lien entre R&D et implantation de projets

Ce segment d'activité regroupe une trentaine d'entreprises faisant 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 houle et le vent, 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, Idéol, GEPS Techno et Sabella.

### 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 site industriel de LM Wind Power (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 devra fournir environ 300 éoliennes de type Haliade-X (12 MW par unité), soit 900 pales, pour équiper ce futur parc.

Des travaux de construction d'un hub industriel pour éoliennes offshore (nacelles, génératrices et pales) sont également en cours au Havre par l'entreprise espagnole Siemens Gamesa.

### Fabrication des composants : une cinquantaine d'entreprises

Une cinquantaine d'entreprises interviennent sur ce segment d'activité. Elles 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, Eiffage 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 au milieu marin. Le tissu industriel regroupe donc un certain nombre d'entreprises du secteur de la construction navale.

<sup>85</sup> Observatoire des Energies de la Mer, Les Energies de la Mer – Des emplois essentiels à la transition énergétique française, Rapport 2019 (n°3)

Situé à Saint Nazaire, le chantier naval Chantier de l'Atlantique est constructeur de sous-stations d'éoliennes en mer posées. Les Chantiers de l'Atlantique développent également une activité de R&D sur les énergies marines renouvelables.

Les Constructions Mécaniques de Normandie (CMN) concluent un partenariat avec Hydroquest pour la fabrication et l'assemblage des hydroliennes fluviales et océaniques en développement. Le groupe Construction Industrielles de Méditerranée (CNIM) développe un navire spécifique destiné à la maintenance des éoliennes en mer (le Wind Keeper).

Les grands groupes du bâtiment, Eiffage Métal et Bouygues TP, se sont associés aux projets de fermes pilotes d'éoliennes flottante et participent également, 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 développe avec Sabella un projet de ferme pilote au Fromveur. EDF Renouvelables développe également des projets pour toutes les filières EMR, dont :

- Provence Grand Large (Port-Saint-Louis-du-Rhône) : 3 éoliennes flottantes de 25 MW cumulés et une production électrique couvrant l'équivalent de la consommation domestique de 40 000 personnes. Mise en service prévue en 2021 ;
- Dunkerque : parc d'éoliennes en mer de près de 600 MW fournissant l'équivalent d'environ 40% des besoins en électricité du département du Nord. Mise en service prévue en 2026.

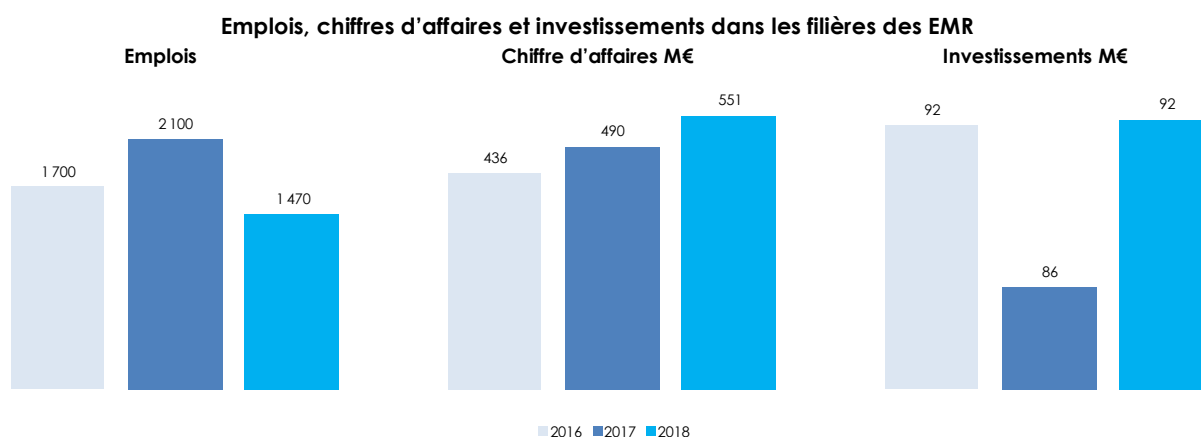
À souligner également la « reconversion » progressive de certains grands groupes pétroliers vers les projets EMR. En 2020, le groupe Shell acquiert 100 % de la société Eolfi (développeur d'énergies renouvelables français spécialisé dans les projets éoliens flottants). L'industriel DEME, lauréat du dialogue concurrentiel n° 1/2016 portant sur l'installation d'un parc éolien en mer de 500 MW à Moulins de Flandre (Dunkerque), s'associe à Quadran Énergies Marines et Shell.

## Situation et perspectives du marché

### Entre 1 500 et 2 000 ETP selon l'Observatoire des Énergies de la Mer

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 2016, l'Observatoire des Énergies de la Mer réalise chaque année une enquête auprès des entreprises et des acteurs de la filière.



Source : Observatoire des Énergies de la Mer, *Les Énergies de la Mer – Des emplois essentiels à la transition énergétique française, Rapport 2019 (n°3)*

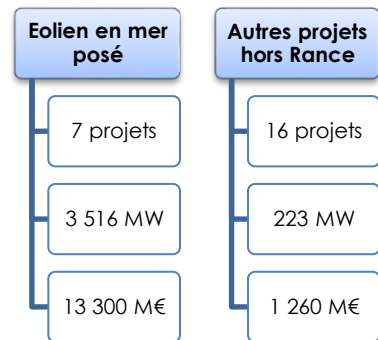
Selon cette enquête, la filière des énergies marines emploie en 2018 près de 1 500 ETP dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur pour un chiffre d'affaires de 551 M€. La quasi-totalité du chiffre d'affaires (93 %) et la majorité de ces emplois (63 %) concernent l'éolien en mer posé et, plus spécifiquement, l'éolien en mer posé à l'exportation. Cette même année, 90 % du chiffre d'affaires est réalisé à l'exportation.

## 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 en partie fondé sur le rapport de la mission Boyé (2013), avec une actualisation des informations. Pour chaque filière, la présentation des projets reprend un classement par ordre de maturité croissante.

Les projets d'éolien en mer posé représentent un investissement de plus de 13 Mds€ sur une dizaine d'années. Les autres projets d'EMR représentent environ 1,2 Mds€ d'investissements sur une période comparable.



## Projets achevés ou en cours de développement pour les différentes filières EMR

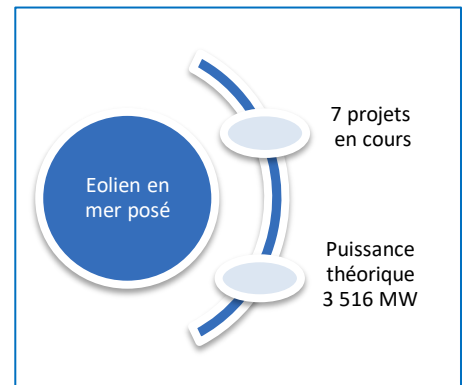
Statut	Localisation	Type de projet	Nom du projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Mise en service	Montant M€
<b>ÉOLIEN POSÉ</b>								
Autorisé	Saint Briec	Commercial	Parc de Saint-Briec	Iberdrola, EOLE-RES SA, Caisse des dépôts et consignations, Ailes Marines SAS, Siemens-Gamesa	496,0	2012	2023	2 500,0
Autorisé et purgé de tout recours	Courseulles-sur-Mer	Commercial	Parc de Courseulles-sur-Mer	EDF Renouvelables et d'Enbridge, Éolien Maritime France	450,0	2012	2023	1 800,0
Autorisé et purgé de tout recours	Noirmoutier	Commercial	Parc d'Yeu-Noirmoutier	Engie, Sumitoma Corporation, EDP Renewables, Banque des Territoires, Siemens-Gamesa	496,0	2014	2023	2 000,0
En développement	Dunkerque	Commercial	Parc de Dunkerque	EDF Renouvelables, Innogy, Enbridge	600,0	2019	2026	1 000,0
En construction	Fécamp	Commercial	Parc de Fécamp	EDF Renouvelables et d'Enbridge, Éolien Maritime France	498,0	2012	2023	2 000,0
En construction	Saint Nazaire	Commercial	Parc de Saint-Nazaire	EDF Renouvelables et d'Enbridge, Éolien Maritime France	480,0	2012	2022	2 000,0
Recours	Dieppe	Commercial	Parc de Dieppe-Le Tréport	Engie, Sumitoma Corporation, EDP Renewables, Banque des Territoires, Siemens-Gamesa	496,0	2014	2023	2 000,0
<b>Total Éolien Posé</b>					<b>3 516,0</b>			<b>13 300,0</b>
<b>ÉOLIEN OFFSHORE FLOTTANT</b>								
En exploitation	Le Croisic	Démonstrateur	Floatgen	Ideol, Bouygues TP, École Centrale de Nantes, Université de Stuttgart, RSK Group, ZABALA, Fraunhofer IWES	2,0	2014	2017	21,5
Clôturé	Fos-sur-Mer	Conception	EOLFLOAT	DIETSWELL, MATIERE, OCEANIDE	6,0	2017	2019	-
En développement	Gruissan	Ferme pilote	Eolmed	QAIE, Ideol, Bouygues Construction, MHIVESTAS	24,6	2016	2018	212,0
En développement	Groix	Conception	Sea Reed	Naval Energies, General Electric	6,0	2013	2019	18,9
		Ferme pilote	Groix et Belle-Île	EOLFI Offshore, MHIVESTAS, Naval Energies	28,5	2016	2021	200,0
En développement	Leucate	Ferme pilote	EFGL	ENGIE, EDPR, CDC, MHIVESTAS, Principe Power, Eiffage Metal	24,0	2017	2021	180,0
En développement	Faraman	Ferme pilote	Provence Grand Large	EDF-RE, Siemens-Gamesa, IFP EN, SBM Offshore	24,0	2016	2020	200,0
En développement	Le-Croisic	Démonstrateur	EOLINK	EOLINK, VALOREM, Centrale Nantes	5,0	2021	2022	-
Arrêté	Fos-sur-Mer	Prototype	Vertiwind	Nénuphar, EDFR, Technip	2,0	2009	2016	16,8
Arrêté		Prototype	Spinfloat	Eolfi, SSC, MSC	5,0	2014	-	4,0
<b>Total Éolien Offshore flottant</b>					<b>122,1</b>			<b>853,2</b>
<b>HYDROLIEN</b>								
Clôturé	Bénodet	Démonstrateur	Sabella D03 et D10	Sabella	< 0	2008		0,8
Clôturé	Paimpol-Bréhat	Prototype	Arcouest (OPENHYDRO1)	EDF, Naval Energies, OpenHydro	0,5	2008	2011	70,0
		Démonstrateur			2,0	2015	2017	
Clôturé	Boulogne-sur-Mer	Prototype	EEL ENERGY	EEL Energy, IFREMER, Hutchinson	1,0	2010	2016	9,0
En cours	Cherbourg	Démonstrateur			5,0	-	-	-
En cours	Paimpol-Bréhat	Prototype	Ocean Quest Global	Hydroquest	1,0	2013	2019	20,0
En cours	Raz Blanchard et Morbihan	Prototype	Tidal Stream Industry Energiser (TIGER)	Hydroquest, Normandie Hydroliennes, Bretagne Développement Innovation, Université Bretagne Sud, EDF, Université Havre Normandie, SEENEOH, Morbihan HydroEnergies SASU, Université Caen Normandie	8,8	2019	2023	46,8
Arrêté	Raz Blanchard	Ferme commerciale	Nepthyd (Oceade-Alstom)	Engie	5,6	2016	-	101,0
Arrêté	Raz Blanchard	Ferme commerciale	Normandie Hydro	EDFR, ENEDIS	14,0	2014	2020	112,0
Arrêté	Génissiat	Ferme pilote	GENISSIAT	CN'Air (CNR), HydroQuest	2,0	2016	2019	13,0
<b>Total Hydrolien</b>					<b>39,9</b>			<b>372,6</b>
<b>HOULOMOTRICE</b>								
En développement	Monaco	Prototype	S3	SBM Offshore, ECN	-	2010	-	-
En cours	La Rochelle	Prototype	HACE	Hydro Air Concept Energie	0,2	2017	-	0,9
Inconnu	Plouzovec- Audiern	Ferme pilote	WATMOR	DCNS, Fortum, AW Energy	1,5	2012	-	15 à 40
	La Réunion	Ferme pilote	Seawatt	Seawatt, Ocean Power Delivery	3,8	2010	2012	25,0
<b>Total Houlomotrice</b>					<b>0,2</b>			<b>0,9</b>
<b>PV FLOTTANT</b>								
Finis	Piolenc	Commercial	O'Mega 1	AKUO Energy, CIEL et Terre (système hydrolien), Bouygues Energies et Services	17,0	2011	2019	-
<b>ENERGIE THERMIQUE DES MERS</b>								
Arrêté	Martinique		NEMO	AKUO Energy, DCNS, SEM	10,7	2008	2020	450,0
Inconnu	La Réunion		SWAC	ClimAbyss, SIDEO	40	2008	-	151
Inconnu				EDF, CHU	8	-	2014	15
<b>Total ETM</b>					<b>10,7</b>			<b>450,0</b>
<b>GRADIENT DE SALINITE</b>								
En cours	Ille-et-Vilaine	Prototype	Sarbacanne	Sweetch Energy	-	2020	2023	4,4
<b>MIXTE : HOULE, SOLAIRE, COURANT</b>								
Finis		Prototype	PH4S (MLINER)	GEPS Techno	0,0	2011	2014	1,0
		Démonstrateur			1,0	2014	2017	
Finis	Arzon	Expérimentation	MEGAWATT Blue		0,0		2018	
En production	Ria d'Étel	Démonstrateur	Guinard Energies	P154 (Hydrolien +PV+Stockage)	0,3		2019	2,6
En cours		Démonstrateur	MLINER	GEPS Techno	1,0	2015	2018	150 à 200
		Plateforme			60,0	-	2020	
En cours		Prototype	WAVEGEM	GEPS Techno, Chantiers de l'Atlantique, SNEF, IFREMER, École Centrale Nantes, ICAM Nantes, Blue Solutions (Bolloré)	0,2	2019	2021	5,0
En cours	Passage du Fromveur (Oues-sant)	Démonstrateur	PHARES	AKUO, SABELLA, EDF SEI (Hydrolien de 1MW - Éolien de 900 kW - PV de 500 kW - Stockage)	1,9	2018	2022	25,1
<b>Total Mixte</b>					<b>64,3</b>			<b>183,7 à 233,7</b>

(\*) Sommes hors projets inconnus

## Éolien 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. Trois appels d'offres 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 :

- **1er appel d'offres** : Trois parcs sont remportés par le consortium Éolien Maritime France, mené par EDF-EN et Orsted (ex Dong Energy) : le parc de Saint-Nazaire (480 MW), le parc de Courseulles-sur-Mer (450 MW) et le parc de Fécamp (498 MW). Le consortium s'est également associé avec WPD Offshore pour les parcs de Courseulles-sur-Mer et Fécamp. Les éoliennes seront fabriquées dans les deux usines situées à Montoir (inaugurée en 2014 et employant plus de 290 personnes) et à Cherbourg (inaugurée en 2018 pour la fabrication des pales et employant plus de 100 personnes). Cette implantation industrielle exporte également vers les États-Unis (parc de Block Island) et l'Allemagne (parc Merkur). Les éoliennes de GE Renewable seront finalement remplacées par des éoliennes Siemens-Gamesa de 7 MW pour les parcs de Courseulles-sur-Mer et de Fécamp.



Le parc de Saint-Brieuc d'une puissance totale de 496 MW est remporté par le consortium Ailes Marines, mené par les énergéticiens Iberdrola (seul actionnaire du projet) et RES. Les éoliennes seront fournies par Siemens-Gamesa. L'attribution des marchés pour l'installation du parc est en cours. Les fondations jacket seront préassemblées sur le port de Brest.

- **2ème appel d'offres** : Le consortium mené par Engie et EDP Renewable remporte les deux parcs de 496 MW chacun du second appel d'offres sur les sites de Dieppe-Le-Tréport et de Yeu-Noirmoutier. 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. Suite à la défection d'AREVA, la fabrication des éoliennes est reprise par Siemens-Gamesa. Les deux sociétés sont détenues par ENGIE (29,5 %), Energias de Portugal Renewables (EDPR ; 29,5 %), Sumitomo Corporation (29,5 %) et la Caisse des Dépôts et Consignations (10 %).
- **3ème appel d'offres** : En 2019, le troisième appel d'offres pour l'équipement du parc de Dunkerque, 600 MW, est remporté par le consortium EDF Renouvelables, Innogy et Enbridge. Le coût du projet 'élève à 1 Mds€. Le prix proposé pour l'électricité produite par le projet, 44 €/MWh, démontre une compétitivité comparable aux projets récemment attribués sur le marché européen.

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 appels d'offres 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, avec à la clé 15 000 emplois dans les régions concernées (SER).

Les 7 projets d'éolien en mer posé représentent un investissement total d'environ 13,3 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 2019 à pour le parc de Saint-Nazaire, soit 3 à 4 ans). L'ensemble des premiers parcs devraient être mis en service en 2022. Le dernier est prévu pour une ouverture en 2026.

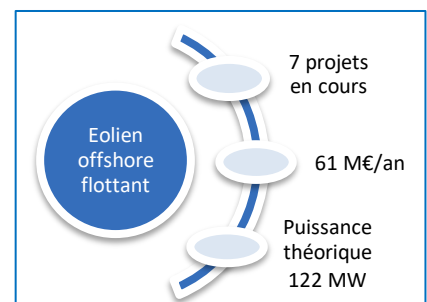
Pour l'année 2018, l'Observatoire des énergies de la mer recense près de 1 000 ETP dans la filière de l'éolien posé (entreprises prestataires, fournisseurs de la chaîne de valeur, fabrication et montage de composants ; hors développeurs exploitants et centres de recherche).

## Éolien flottant au stade pré-commercial

L'éolien 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. La filière acquiert la maturité nécessaire pour que l'APP lancé en 2015 porte sur la mise en place de fermes pilotes. En septembre 2018, la 1ère éolienne flottante est raccordée au réseau dans sa phase de tests qui va durer 2 ans.

### Sites d'essais et prototypes

Au large du Croisic, le site d'essai SEM-REV de l'École Centrale de Nantes est en partie dédié à l'éolien flottant de petite puissance. Il est financé sur 6 ans via les fonds FEDER pour un montant annuel d'environ 2,4 M€. Le site est inauguré en août 2015. 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). Fin 2015, la région Pays-de-la-Loire soumet au vote un budget de 400 000€ pour financer les études de faisabilité.



Plusieurs projets de prototypes sont également développés les années passées. Parmi eux, les projets Vertiwind et Twinfloat de Nenuphar et le projet Spinfloat de Eolfi.

### 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. Baptisé FLOATGEN, le projet est porté conjointement par BOUYGUES TP et l'École Centrale de Nantes. Le démonstrateur de 2 MW est installé sur le site du SEM-REV au Croisic depuis septembre 2018. Toujours en exploitation, le facteur de charge du démonstrateur atteint le niveau record de 66 % en février 2020.

IDEOL est partenaire du projet LIFES 50 PLUS, financé par le programme H2020, qui a pour objectif l'installation d'éoliennes flottantes de puissance unitaire élevée (aux environs de 10 MW).

Le concept d'éolienne flottante Eolink fait également ses preuves en 2016 grâce à une échelle 1/50. Les essais bassins avec vent et vagues déalignés 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 d'une machine de 12 MW testée préalablement. 35 capteurs, connectés en temps réel, permettent de démontrer la pertinence du concept et d'établir la corrélation avec les prévisions numériques.

### Fermes pilotes : 4 mises en service prévues pour 2021-2022

L'appel à projet ADEME 2015 sur les fermes pilotes dans le cadre du PIA sélectionne 4 lauréats pour une puissance de 24 MW et une enveloppe d'aides de 300 M€ : projet Groix et Belle-Île (GBI) d'Eolfi-CGN-EE au large de Groix ; projet EOLMED de 4 éoliennes de QAIR (ex. Quadran Énergies Marines) au large de Gruissan ; projet Provence Grand Large de 3 éoliennes d'EDF-EN sur la zone Faraman ; projets Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion (EFGL) de 4 éoliennes d'Engie Green. Ces projets ont pour objectif d'être mis en service à partir de 2021.

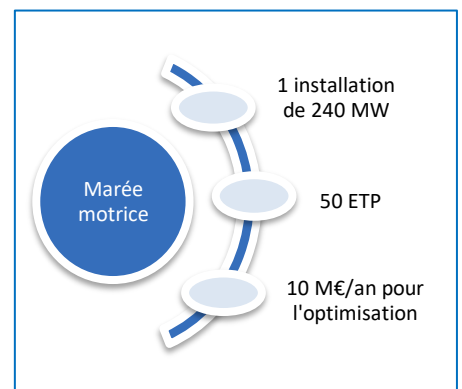
Suite à la faillite de Servion en 2019 et à l'arrêt de production des éoliennes General Electric Haliade 150 à partir de 2021, les projets EOLMED, GBI et EFGL changent de turbinier et comprennent désormais 3 MHIVESTAS de 10 MW pour EOLMED et EFGL, et 3 MHIVESTAS de 9,5 MW pour GBI.

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 permettront de mieux maîtriser un certain nombre d'opérations et leur délai d'exécution, pour ainsi d'ores et déjà cibler, répartir et lever les risques du volet industriel des projets commerciaux. Elles donneront également un retour d'expérience sur les coûts et les pistes de réduction de ces coûts.

## Énergie marémotrice : barrage de Rance

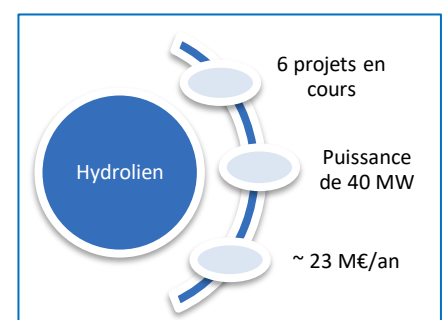
La technologie marémotrice est mature. Cependant, la mise en place de nouveaux projets se heurte au faible nombre de sites pouvant accueillir cette technologie, ainsi qu'à des difficultés liées au fort impact environnemental concernant la biodiversité. Il n'y a qu'une installation en France, l'usine de la Rance, en fonctionnement depuis 1966. D'une puissance de 240 MW, sa production annuelle est estimée à 500 GWh en moyenne.

Les investissements pour l'énergie marémotrice concernent donc l'entretien et l'optimisation des capacités de production de l'usine de la Rance. 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.



## L'énergie hydrolienne doit prouver sa pertinence économique

Les projets développés concernent des hydroliennes marines à proprement parler, ainsi que des hydroliennes fluviales. Cette filière est encore peu mature malgré de nombreux projets d'expérimentation et un potentiel non négligeable. Selon une étude menée par le cabinet Corporate Value Associates pour l'ADEME en



2018<sup>86</sup>, les projections concernant les LCOE<sup>87</sup> pour une ferme de 14 MW seraient d'environ 290 €/MWh et les baisses de prix attendues d'ici 2030 ne pourraient envisager de 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>88</sup>. Rappelons que l'éolien en mer posé est actuellement à 60 €/MW en moyenne en Europe.

### Sites d'essais et démonstrateurs

Situé à Bordeaux, le site d'essais SEENEOH 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.

Plusieurs développeurs de technologies fluviales mettent également à l'eau des démonstrateurs unitaires. C'est le cas d'Hydrotube Energies, Berlin Technologies, Hydroquest, EcoCinetic, et Guinard Energies.

Pour les hydroliennes marines, le site de Paimpol Bréhat (exploité par EDF) accueille de 2012 à 2014 un démonstrateur de 1 MW conçu par la société OpenHydro. Un 2<sup>ème</sup> prototype est par la suite positionné au côté du premier en mai 2016, mais une avarie technique met fin à ces essais. Depuis avril 2019, Hydroquest-CMN teste sa technologie d'hydrolienne sur le site de Paimpol Bréhat (projet OCEANQUEST avec une machine d'1 MW).

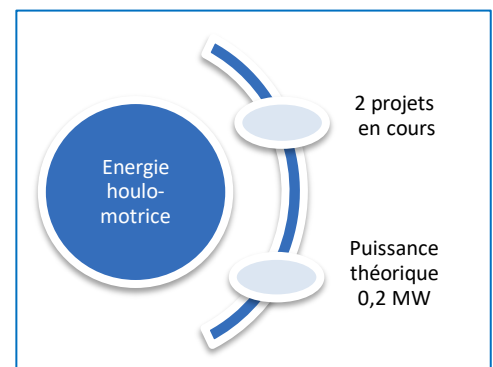
Sabella développe également plusieurs projets d'hydroliennes (Sabella D03 près de Quimper, D10 et PHARES dans le Fromveur, projet TIGER dans le Morbihan) bénéficiant la plupart du temps d'un soutien financier dans le cadre des investissements d'avenir.

Depuis 2012, EEL Energy développe une hydrolienne en rupture avec les modèles classiques à turbines. 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, puis dans la rade de Brest en 2018. Le potentiel d'exploitation estimé en France pour cette technologie s'élève à 10 TWh par an. Le prototype étant testé, un déploiement industriel est prévu d'ici 2020.

## Énergie houlomotrice

L'énergie houlomotrice est moins avancée que l'hydrolien et l'éolien flottant. Deux projets notamment sont en cours :

- La société Hydro Air Concept Energie (HACE) va lancer son prototype houlomoteur via un financement participatif. Sa machine, nommée Hace, est conçue pour récupérer tous les types de vagues. La technologie est testée à l'ENSAM et des premiers tests sont effectués en 2018.
- En partenariat avec l'IFP EN et l'École Centrale de Nantes, SBM Offshore obtient en 2016 un financement du PIA dans le cadre de l'AAP EMR Briques Technologiques pour la poursuite du développement du projet houlomoteur S3, structure souple constituée de polymères électro-actifs pour la production d'électricité.



## Solaire flottant

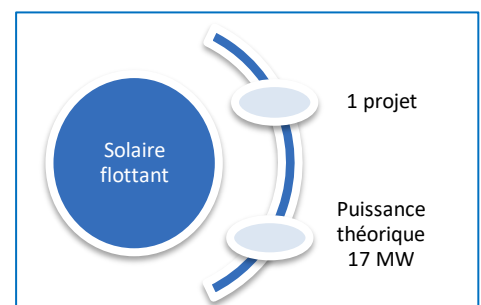
Le solaire flottant ne fait pas *stricto sensu* partie des énergies marines. Les panneaux solaires sont posés sur des lacs ou des étangs.

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, en 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). Oceans of Energy signale que cette première section commence à produire dès novembre 2019, 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.



<sup>86</sup> CVA pour ADEME (2018), Étude stratégique de la filière hydrolien marin

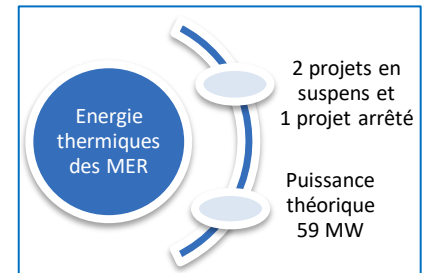
<sup>87</sup> Levelized Cost of Energy : coût actualisé de l'énergie

<sup>88</sup> En 2018, Atlantis Resources (développeur et fabricant d'hydroliennes) demande un CFD de 179 €/MWh pour une ferme composée de 49 turbines d'une puissance totale de 73,5 MW (ADEME).

## 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. Encore au stade de la R&D, cette technologie représentait en France 3 M€ de chiffre d'affaires en 2018, des investissements à hauteur de 596 k€, et une quarantaine d'emplois (Observatoire des Energies de la Mer 2019). Si seulement 10 % des entreprises interrogées déclarent se positionner sur l'ETM, ce chiffre monte à 28 % pour les organismes de recherche.

Trois projets concernant la production de chaleur grâce aux énergies marines étaient prévus dans les DOM-TOM : deux à la Réunion et un à La Martinique. Pour l'instant, ces projets sont abandonnés ou mis en sommeil, les premières études ayant fait apparaître des coûts d'investissements ou d'exploitation trop élevés.



## SWAC

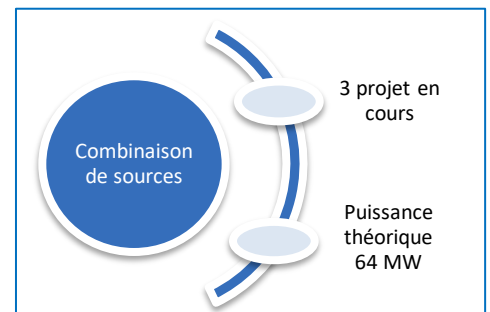
Depuis 2007, la France s'intéresse de nouveau à la valorisation d'eau de mer des profondeurs sous l'impulsion de Naval Energies et dispose d'un prototype à terre de 15 kW au CHU Sud à La Réunion depuis 2012 (projet EDF Renouvelables). Celui-ci permet de conduire des essais sur les échangeurs et condenseurs, de valider les performances du système et de qualifier les équipements critiques.

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

## 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 MLine, 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 dans le bassin de Penhoët (Saint-Nazaire) son premier prototype PH4S.

Les systèmes mixtes intéressent tout particulièrement les îles. À Ouessant, AKUO développe le projet PHARES, qui allie 2 hydroliennes SABELLA, une éolienne et du photovoltaïque pour une puissance totale de 1,9 MW, associé à du stockage. La mise en service est prévue pour 2022.



## Perspectives entre 2020 et 2050

Dans le cadre de la révision de la PPE, l'ADEME estime à 92 GW le potentiel installé pour l'éolien en mer posé et à 155 GW pour l'éolien flottant en 2030 (gisement estimé sans contrainte d'usage).

Le Groupement des Industries de Construction et Activités Navales (GICAN) évalue le potentiel installé d'autres types d'EMR d'ici 2030 :

- 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.

Pour sa part, le Syndicats des Energies Renouvelables (SER) évalue le potentiel exploitable de l'éolien en mer posé entre 50 GW et 80 GW en 2050<sup>89</sup>.

## Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 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 l'éolien flottant pour un total de 5,2 à 6,2 GW en fonctionnement à l'horizon 2028. La PPE intègre également un calendrier pour engager de nouvelles procédures d'appels

<sup>89</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.



d'offres. À partir de 2025, la répartition entre éolien en mer posé et éolien flottant dépendra de la maturité de l'éolien flottant, des coûts de production de chacune des technologies, et des zones d'installation des projets.

**Calendrier des appels d'offres**

Date d'attribution	2019	2020	2021	2022	2023	>2024
Éolien flottant			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 convergeant vers les prix de marché sur le posé
Éolien en mer posé	600 MW Dunkerque	1 000 MW Manche Est Mer du Nord	500 à 1 000 MW Sud-Atlantique		1 000 MW	

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

Les autres énergies marines ne sont pas considérées assez matures pour avancer des objectifs.

## Points de vocabulaire

Selon le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), les Energies 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 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 hydrolenne, 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.

---

# LISTE DES ACRONYMES

---

<b>AAP</b>	Appel A Projets
<b>ADEME</b>	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
<b>AEBIOM</b>	Association Européenne de la BIOMasse
<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'Energie
<b>AIE</b>	Agence d'Information sur l'Energie
<b>AMI</b>	Appel à Manifestation d'Intérêt
<b>ANR</b>	Agence Nationale de la Recherche
<b>BBC</b>	Bâtiment Basse Consommation
<b>BCIAT</b>	Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire
<b>BIPS</b>	Bilans, Perspectives, Stratégies
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>CA</b>	Chiffre d'Affaires
<b>CE</b>	Commission Européenne
<b>CEA</b>	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
<b>CESC</b>	Chauffe-Eau Solaire Collectif
<b>CESI</b>	Chauffe-Eau Solaire Individuel
<b>CET</b>	Chauffe-Eau Thermodynamique
<b>CIAT</b>	Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques
<b>CIDD</b>	Crédit d'Impôt Développement Durable
<b>CIH</b>	Centre d'Ingénierie Hydraulique
<b>CITE</b>	Crédit d'Impôt 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>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COP</b>	Coefficient de Performance
<b>CRE</b>	Commission Régulation de l'Energie
<b>CSPE</b>	Contribution au Service Public de l'Électricité
<b>DGEC</b>	Direction Générale de l'Energie et du Climat
<b>DGEMP</b>	Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières
<b>DII</b>	Diester Industrie International
<b>DMA</b>	Déchets Ménagers et Assimilés
<b>DOM</b>	Département Outre-mer
<b>DRV</b>	Débit de Réfrigérant Variable
<b>EACEI</b>	Enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie
<b>EAP</b>	Enquête Annuelle de Production
<b>EDF</b>	Électricité De France
<b>EGS</b>	Enhanced Geothermal System
<b>EMAA</b>	Energie Méthanisation Autonome Azote
<b>EMHA</b>	Ester Méthylique d'Huile Animale
<b>EMHU</b>	Ester Méthylique d'Huile Usagée
<b>EMR</b>	Energies Marines Renouvelables
<b>EnR</b>	Energie Renouvelable
<b>ENSAM</b>	École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers
<b>ESANE</b>	Élaboration Annuelle des Statistiques d'Entreprise
<b>ETBE</b>	Éther Éthyle Tertibutyle ( <i>Ethyl Tert-Butyl Ether</i> an anglais)
<b>ETM</b>	Energie Thermique des Mers
<b>ETP</b>	Équivalent Temps Plein
<b>FC</b>	Fonds Chaleur
<b>FEDER</b>	Fonds Européen de Développement REgional
<b>FEE</b>	France Energie Éolienne
<b>FEM</b>	France Energies Marines
<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>GNV</b>	Gaz Naturel Véhicule
<b>GRDF</b>	Gaz Réseau Distribution France
<b>HACE</b>	Hydro Air Concept Energie
<b>HVO</b>	Hydrotreated Vegetable Oil
<b>IA</b>	Investissement d'Avenir
<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>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
<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>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>MDE</b>	Maîtrise de l'Energie
<b>MEDDE</b>	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Energie
<b>MEEDDM</b>	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
<b>NAF</b>	Nomenclature d'Activités Françaises
<b>OA</b>	Obligation d'Achat
<b>Observ'ER</b>	Observatoire des Energies Renouvelables
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
<b>ORC</b>	Organic Rankine Cycle
<b>PAC</b>	Pompe A Chaleur
<b>PANEnR</b>	Plan d'Action National en faveur des Energies Renouvelables
<b>PCAET</b>	Plan Climat Air Energie Territorial
<b>PCI</b>	Pouvoir Calorifique Inférieur
<b>PIA</b>	Plan d'Investissements d'Avenir
<b>PME</b>	Petites et Moyennes Entreprises
<b>PPA</b>	Plan de Protection de l'Atmosphère
<b>PPE</b>	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
<b>PPI</b>	Programmation Pluriannuelle des Investissements
<b>PTZ</b>	Prêt à Taux Zéro
<b>PV</b>	PhotoVoltaïque
<b>PwC</b>	PricewaterhouseCoopers
<b>R&amp;D</b>	Recherche et Développement
<b>REI</b>	Réseau Électrique Intelligent
<b>RGE</b>	Reconnu Garant de l'Environnement
<b>RT</b>	Réglementation Thermique
<b>RE</b>	Réseau de Transport d'Électricité
<b>SAIPOL</b>	Société Agro Industrielle de Patrimoine OLéagineux
<b>SDES</b>	Service de la Donnée et des Statistiques (anciennement Service de l'Observation et des Statistiques SOeS)
<b>SENEOH</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'Energie des Vagues
<b>SER</b>	Syndicat des Energies 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>SNCU</b>	Syndicat National de Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine
<b>SNPGB</b>	Syndicat National des Producteurs de Granulés de Bois
<b>SoCol</b>	Solaire Collectif
<b>SOeS</b>	Syndicat de l'Observation et des Statistiques (récemment Service de la Donnée et des Statistiques ; SDES)
<b>SP</b>	Sans Plomb
<b>SSC</b>	Système Solaire Combiné
<b>STEP</b>	Station de Transfert d'Energie par Pompage
<b>STEP</b>	Station d'EPuration
<b>SWAC</b>	Sea-Water Air Conditioning
<b>TEP</b>	Tonnes Équivalents Pétrole
<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>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>UIOM</b>	Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères
<b>UVE</b>	Unités de Valorisation Énergétique
<b>ZDE</b>	Zones de Développement Éolien

## 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

---



#### 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.



#### 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 oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### 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.



## MARCHÉS ET EMPLOIS CONCOURANT A LA TRANSITION ÉNERGETIQUE DANS LE SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION

**Résumé :** Depuis 2008, l'étude « Marchés et emplois liés aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique » est réalisée annuellement par l'ADEME. Elle étudie plus d'une trentaine de filières réparties en trois domaines principaux : le bâtiment, les transports et les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). Pour chaque filière, l'étude a pour objectif de suivre le niveau des marchés, ainsi que des emplois directs qui y sont associés sur le territoire national (métropole et DOM).

Le présent rapport est consacré aux EnR&R et concerne 15 filières : production d'électricité (éolien, hydroélectricité, photovoltaïque), filières de chaleur pour les particuliers (appareils de chauffage au bois, pompes à chaleur domestiques et chauffe-eau thermodynamiques, solaire thermique), filières de chaleur collective (bois collectif, réseaux de chaleur, géothermie, valorisation énergétique des déchets ménagers et assimilés par incinération, biocarburants (biocarburants de la filière gazole et de la filière essence), biogaz, réseaux électriques intelligents, et énergies marines renouvelables.

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

Cette année, une trajectoire de croissance des marchés et des emplois alignée aux objectifs des politiques publiques est également indiquée pour chaque marché identifié. Pour la production des EnR&R, on s'appuie sur les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) à horizon 2028. Cette trajectoire est comparée à la perspective 2019, perspective estimée sur la base des premières données et informations disponibles et des opinions des professionnels de filière. À noter que la tendance 2020, initialement prévue dans cette étude, n'est pas estimée compte tenu de la situation sanitaire exceptionnelle.

