



MARS
2019

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

Situation 2014-2016 et perspectives à
court terme

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

RAPPORT

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas été possible sans la collaboration des ingénieurs des différents services de l'ADEME, et celles d'organisations professionnelles telles que le Service de la Donnée et des Statistiques (SDES) du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER), et l'Observatoire des Énergies Renouvelables (Observ'ER).

Marie APRIL (ADEME), Muriel AUZANNEAU (SDES), Sébastien BILLEAU (ADEME), Norbert BOMMESATT (ADEME), Benoit BOURGES (SDES), Michel CAIREY-REMONNAY (ADEME), David CANAL (ADEME), Sandrine CARBALLE (ADEME), Astrid CARDONA MAESTRO (ADEME), Lilian CARPENE (ADEME), Tristan CARRÈRE (ADEME), Grégory CHÉDIN (ADEME), Nicolas DORÉ (ADEME), Bruno GAGNEPAIN (ADEME), Lilian GENEY (ADEME), Catherine GUERMONT (ADEME), Pierre-Emmanuel JULIA (SER), Thérèse KREITZ (ADEME), Sandrine LE BASTARD (ADEME), Émilie MACHEFAUX (ADEME), Frédéric NAUROY (SDES), Maxime PASQUIER (ADEME), Baptiste POUJOL (ADEME), Florence PROHARAM (ADEME), François RAGEAU (SDES), Martin RÉGNER (ADEME), Clotilde SARRON (SDES), Pierre TAILLANT (ADEME), Simon THOUIN (ADEME), Frédéric TUILLÉ (Observ'ER).

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, IN NUMERI. 2018. Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables, Situation 2014-2016. 136 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne : 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 : 18MAR000136

Étude réalisée par IN NUMERI :

Gérard GIÉ, Laurence HAEUSLER, Inès KASSA MAPSI,
Saghar SAÏDI, Juliette TALPIN

Coordination technique ADEME : Nathalie MARTINEZ

Direction/Service : DEP SC

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 (EnR). 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 énergies renouvelables. Il concerne 15 filières présentées dans ce rapport selon leur part de marché dans l'ensemble du secteur des EnR en 2016 (ordre décroissant) :

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

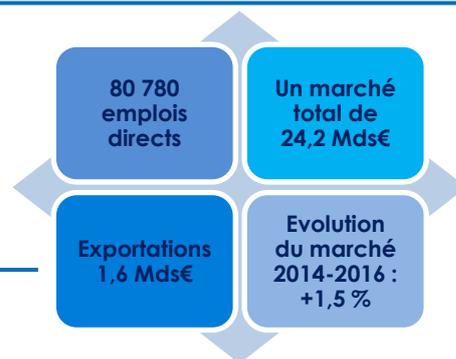
Ces filières font séparément l'objet d'une fiche, dont l'objectif est de mesurer le niveau d'activité généré sur le territoire national par le développement des énergies renouvelables. Chaque filière est décomposée en cinq grands segments : la fabrication des équipements (y compris ceux destinés à l'exportation) ; 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.

TABLE DES MATIÈRES

Énergies renouvelables et de récupération	6
1. Éolien.....	15
2. Hydroélectricité.....	24
3. Photovoltaïque	32
4. Bois domestique.....	41
5. Biodiesel.....	48
6. Pompes à chaleur domestiques et chauffe-eaux thermodynamiques	56
7. Bois-énergie : Secteur collectif, industriel et tertiaire	64
8. Réseaux de chaleur.....	72
9. Biocarburants de la filière essence.....	78
10. Biogaz	86
11. Solaire thermique (Métropole et DOM)	93
12. Géothermie	100
13. Valorisation énergétique des DMA par incinération	110
14. Réseaux électriques intelligents.....	117
15. Energies marines renouvelables	125

SYNTHÈSE

Énergies renouvelables et de récupération



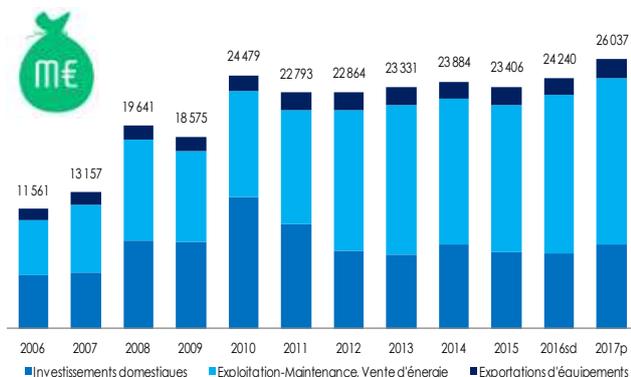
Points clés

2012 à 2016 : progression sensible des marchés et léger repli des emplois

Après avoir plus que doublé entre 2006 et 2010, et enregistré une forte baisse en 2011, le marché des énergies renouvelables (EnR) et de récupération connaît depuis une hausse plus modérée. Le chiffre d'affaires du secteur progresse de 3,6 % entre 2015 et 2016, pour se stabiliser à 24,2 Mds€ en 2016.

En 2016, le marché total de l'éolien s'élève à 4,7 Mds€, en hausse de 24,2 % par rapport à 2014 (augmentation des puissances raccordées de 23 %). L'éolien dépasse ainsi le bois-énergie (secteurs domestique et collectif), en seconde position avec 4,2 Mds€. Les marchés de l'hydroélectricité et du photovoltaïque baissent respectivement de 4,8 % (conditions météorologiques défavorables) et 13,5 % (baisse des installations).

Marchés liés aux énergies renouvelables et de récupération (M€)



Tendances observées 2014-2016

Investissements domestiques (M€) →

Marché total (M€) →

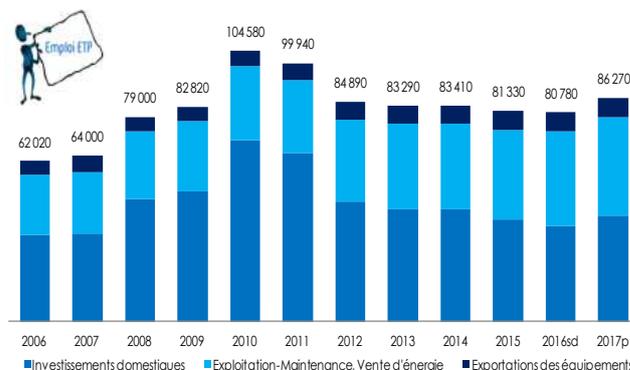
Total des emplois (ETP) →

Balance commerciale (M€) →

Les marchés de la chaleur (domestique et collective) sont légèrement en hausse. Le biogaz poursuit en revanche son fort développement (+27,5 %).

En 2016, les filières des énergies renouvelables et de récupération emploient 80 780 ETP, en baisse de 3,2 % par rapport à 2014.

Emplois liés aux énergies renouvelables et de récupération (ETP)



Contexte réglementaire

La **Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV)** du 18 août 2015 fixe comme objectif une part des énergies renouvelables de 32 % dans la consommation énergétique d'ici 2030, de 40 % dans la production d'électricité, de 38 % dans la consommation finale de chaleur, de 15 % de la consommation finale de carburant, ainsi que de 10 % de la consommation de gaz. La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) est l'outil de pilotage pour atteindre les objectifs de la LTECV. Un premier document publié fin octobre 2016 définit la trajectoire sur la période 2018-2023. Après un travail de concertation, la PPE 2018-2028 est rendue publique fin novembre 2018.

Objectifs à l'horizon 2023 : 2,5 millions de logements rénovés ; 10 000 chauffages au charbon et 1 million de chaudières au fioul remplacés par du chauffage à base d'énergies renouvelables ou de gaz haute performance ; 1,2 million de voitures particulières électriques ; 20 000 camions au gaz en circulation ; 9,5 millions de logements chauffés au bois avec un appareil labellisé ; 3,4 millions de logements raccordés à un réseau de chaleur.

Objectifs à l'horizon 2028 : Baisse de 14 % par rapport à 2012 de la consommation finale d'énergie en améliorant l'efficacité énergétique dans tous les secteurs (habitat, transport, industrie) ; réduction de 35 % par rapport à 2012 de la consommation primaire d'énergies fossiles ; doublement des capacités de production d'électricité renouvelable ; hausse de 40 % de la production de chaleur renouvelable.

En application des nouvelles directives européennes sur les aides d'État aux énergies renouvelables, la France publie en mai 2016 un **décret relatif à l'obligation d'achat et au complément de rémunération**.

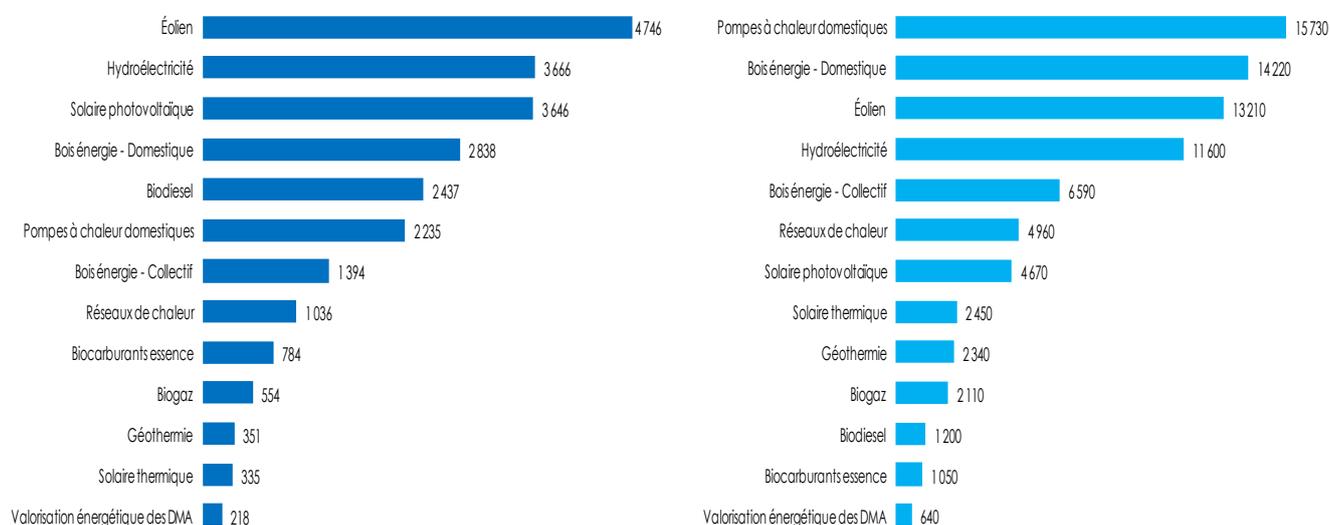
Éolien et bois-énergie se partagent la première place

En 2016, l'éolien se hisse pour la première fois en tête du marché des EnR avec un chiffre d'affaires de 4,7 Mds€, soit 19,6 % du marché total. La progression de son marché de 20,7 % entre 2015 et 2016, conséquence de l'augmentation des puissances raccordées de 46,5 %, représente la troisième année de hausse consécutive. L'éolien devient ainsi la première des EnR électrique, devant l'hydroélectricité et le photovoltaïque (3,6 Mds). En totalisant les usages domestiques et collectifs, le bois-énergie réalise un chiffre d'affaires de 4,2 Mds€ en 2016, niveau comparable à celui de l'éolien.

La filière du biodiésel continue à se placer parmi les marchés importants des EnR (2,4 Mds€), de même que celle des pompes à chaleur domestiques et des chauffe-eau thermodynamiques (2,2 Mds€).

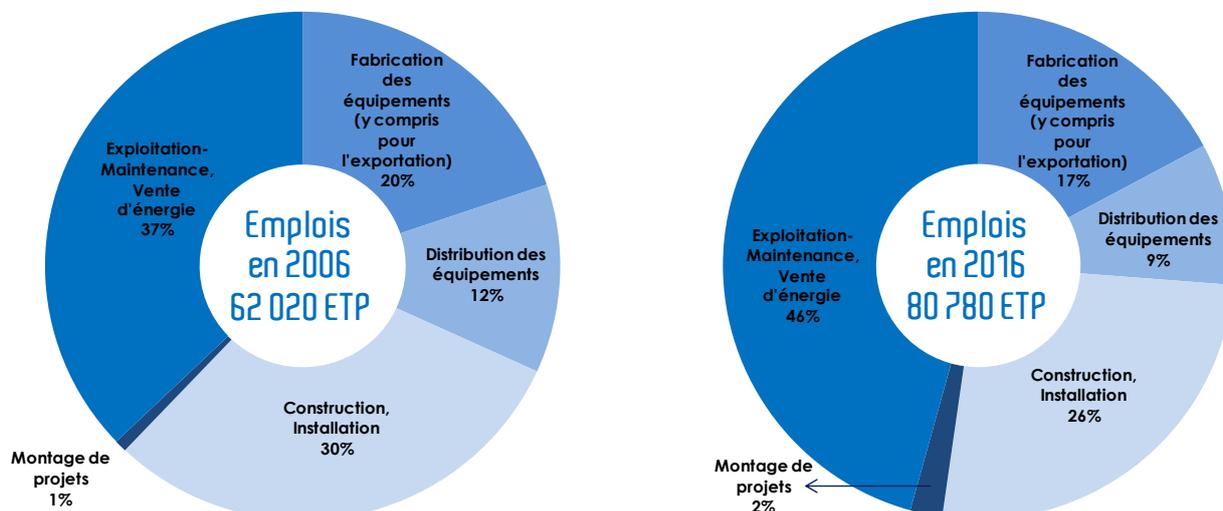
Plus du quart des emplois du secteur des EnR se concentrent dans les métiers du bois-énergie. Parmi eux, 14 220 ETP sont concernés par le secteur domestique et 6 590 par le collectif. Les effectifs globaux du secteur sont cependant en baisse de 3,6 % entre 2015 et 2016. Les PAC domestiques et CET sont également un fort secteur d'emploi avec 15 730 ETP (19 % des emplois EnR), en baisse de 2,2 % entre 2015 et 2016. Parmi les EnR électriques, les effectifs dans l'éolien progressent de 26,4 % pour atteindre le niveau record de 13 210 emplois, alors que le photovoltaïque et l'hydroélectricité poursuivent leur baisse avec respectivement -30,2 % et -4,1 % entre 2015 et 2016.

Marché total lié aux énergies renouvelables et de récupération en 2016 (M€) **Emplois associés aux énergies renouvelables et de récupération en 2016 (ETP)**



En 2016, près de 46 % des emplois du secteur des énergies renouvelables et de récupération sont associés à la vente domestique d'énergie et à l'exploitation-maintenance des équipements et des installations (36 920 ETP). Viennent ensuite la construction des centrales et l'installation des équipements (21 040 ETP). Les emplois de fabrication des équipements pour le marché domestique et pour les exportations sont estimés à 13 880 ETP, et ceux de la vente et de la distribution des équipements à 7 300 ETP. Très loin derrière, les emplois associés au montage de projets et aux études préalables s'établissent à 1 640 ETP.

Répartition des emplois par activité dans le secteur des EnR en 2006 et 2016 (ETP)



De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les marchés étudiés dans cette partie concernent les investissements liés au développement des EnR, l'exploitation-maintenance des installations et des équipements, ainsi que la vente domestique de l'énergie produite.

À ces marchés sont associés des emplois **directs**, mesurés en Équivalent Temps Plein (ETP). Sauf cas particuliers (cellules photovoltaïques, mâts d'aérogénérateurs), ces emplois n'incluent pas les emplois indirects liés à la fabrication des composants des équipements ou aux consommations d'intrants (qu'il s'agisse de 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 est couverte. Ainsi, 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 par un encadré dans la fiche consacrée à l'éolien. Bien que donnant lieu à des fiches spécifiques, les marchés liés aux Énergies Marines Renouvelables (EMR) et aux SEI ne font pas non plus l'objet de chiffreages exhaustifs, car encore au stade de développement préindustriel. Ainsi, ces filières ne sont pas intégrées dans les tableaux récapitulatifs.

Les marchés liés au développement des EnR couvrent les investissements destinés à augmenter les capacités de production, ainsi que les acquisitions par les ménages de PAC domestiques et de CET, d'appareils de chauffage au bois et 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.

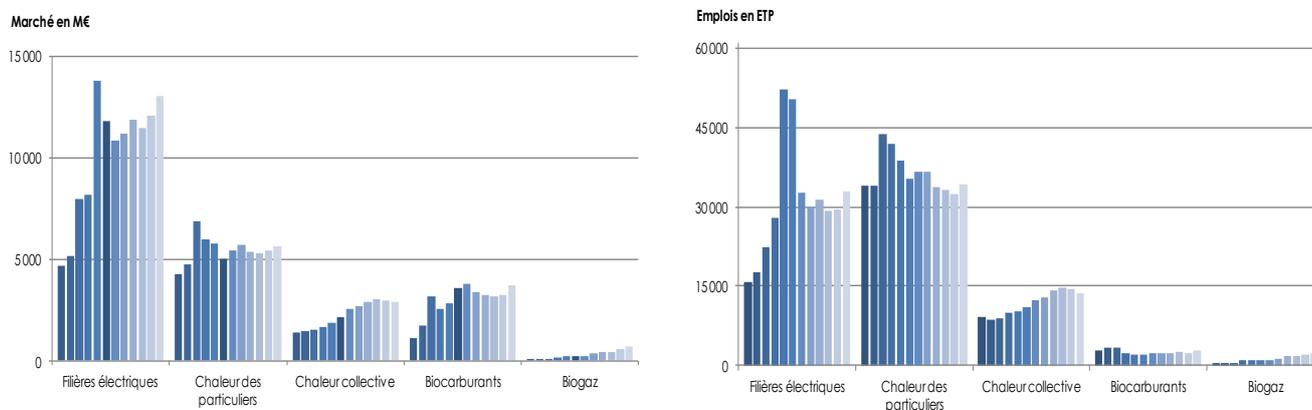
Les marchés liés aux ventes domestiques d'EnR couvrent la valeur des ventes de l'énergie produite, y compris le bois et ses dérivés lorsqu'ils sont commercialisés et ne sont pas utilisés pour la production d'électricité ou de chaleur vendue (autrement dit, lorsqu'ils sont utilisés pour de l'autoconsommation).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

Évolution par sous-secteurs

Entre 2006 et 2014, les sous-secteurs de la production d'électricité (éolien, hydroélectricité et photovoltaïque), de la chaleur pour les particuliers (bois domestique, PAC domestiques et CET, solaire thermique) et des biocarburants (biodiésel, biocarburants essence) ont connu des irrégularités de croissance liées à l'évolution de leurs cadres réglementaires respectifs. Depuis 2015, les chiffres d'affaires de ces 3 sous-secteurs sont en progression, parfois fortes, et le nombre d'emplois est globalement orienté à la hausse. Pour le sous-secteur de la chaleur dans le secteur collectif (bois collectif, réseaux de chaleur, UIOM, géothermie), la progression est constante jusqu'en 2015, mais une baisse est observée depuis en chiffre d'affaires et en emplois. Le biogaz est en progression continue depuis 10 ans.

Les filières électriques et les biocarburants sont davantage créateurs de chiffre d'affaires que d'emplois, inversement aux filières de la chaleur (dans les secteurs domestique et collectif).

Évolution 2006-2017 du marché total et des emplois liés aux sous-secteurs des EnR et au biogaz



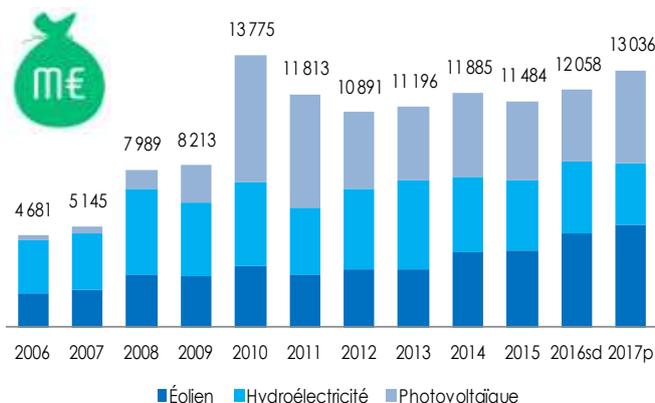
EnR électriques : l'éolien prend son envol

Le marché global des 3 grandes filières EnR électriques - l'éolien, l'hydroélectricité et le photovoltaïque - est resté stable entre 2011 et 2015. Depuis, le chiffre d'affaires global est reparti à la hausse : +5 % en 2016, et +8,1 % en 2017. La progression entre 2015 et 2016 s'explique essentiellement par la forte hausse de chiffre d'affaires de l'éolien (+20,7 %)

pour atteindre 4,7 Mds€. Le secteur se place en tête des filières EnR, devant le bois-énergie. 2015-2016 est aussi une année de hausse pour l'hydroélectricité avec +4,6 % (3,7 Mds€).

Selon nos prévisions, la nouvelle progression de l'éolien entre 2016 et 2017 (+9,2 % ; 5,2 Mds€ de CA total) serait cette fois conjuguée à la hausse du marché du photovoltaïque (+30,4 % ; 4,7 Mds€ de CA). L'hydroélectricité, quant à elle, baisserait de 15,4 % (3,1 Mds€) en raison des conditions climatiques.

Marché total lié aux EnR électriques

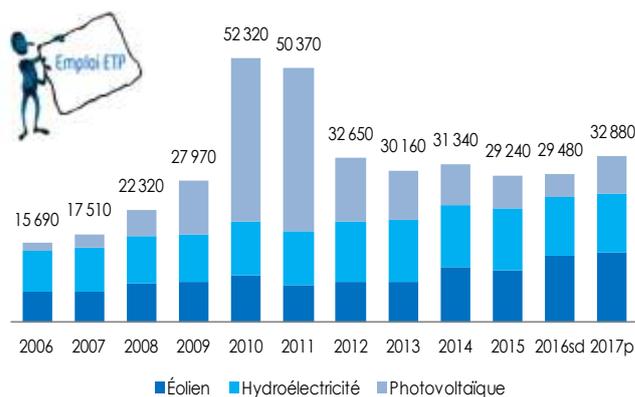


Le dynamisme du marché de l'éolien s'explique d'abord par la reprise des installations et des investissements en 2014, suite à l'assouplissement, par la loi Brottes, des contraintes réglementaires. La hausse des puissances installées conduit en 2017 à une progression de 17,4 % des ventes d'électricité d'origine éolienne par rapport à 2016. Pour le photovoltaïque, le rebond du chiffre d'affaires en 2017 s'explique également par la progression des ventes d'électricité (+17,3 %), mais aussi par une hausse de 90,2 % des investissements (suite à une très forte augmentation des installations raccordées).

En 2016, l'éolien représente 62,3 % des investissements réalisés dans les 3 filières EnR électriques, contre seulement 17,2 % en 2011. À contrario, la part du photovoltaïque dans les investissements réalisés par ces 3 filières est passée de 73,8 % en 2011 à 19,2 % en 2016. Celle de l'hydroélectricité est passée de 9 % à 18,5 % sur la période.

En 2016, l'ensemble des 3 grandes filières d'EnR électriques emploie 29 480 ETP, un effectif quasi stable par rapport à 2015. La filière hydroélectrique n'est plus la première des EnR électriques en nombre d'emplois. Avec 11 600 ETP (-4,1 % par rapport à 2015), elle est devancée par le secteur de l'éolien dont les effectifs augmentent de 26,4 % en 2016 (13 210 ETP). Les emplois dans le photovoltaïque poursuivent leur repli : une baisse de 30,2 % et un total historiquement bas de 4 670 ETP, inférieur à celui de 2008 ! Un rebond est toutefois envisagé en 2017. Les emplois des 3 filières se concentrent surtout sur les activités liées à la construction et l'installation de nouvelles installations (29,2 % des emplois) et à la vente domestique d'électricité et l'exploitation-maintenance (45,3 %).

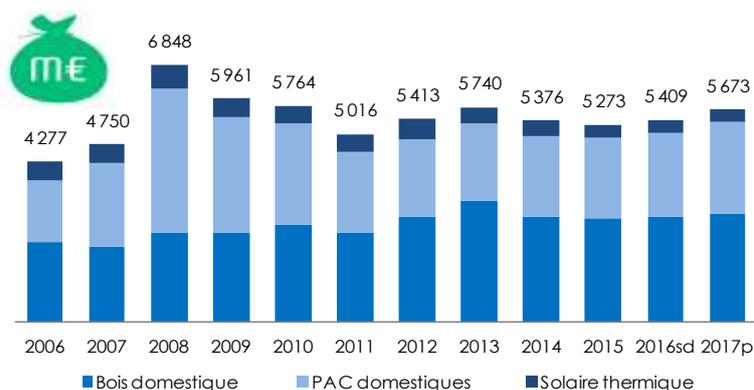
Emplois totaux associés aux EnR électriques



Chaleur pour les particuliers : stabilité du marché

En 2016, malgré la persistance des prix bas du fioul et du gaz, le marché de la chaleur renouvelable dans le secteur domestique (chauffage au bois, PAC domestiques et CET, solaire thermique) enrayer la baisse observée depuis 2013 et repart légèrement à la hausse (+2,3 % entre 2015 et 2016). Cette situation s'explique par la progression de près de 3 % des marchés du bois domestique, ainsi que des PAC domestiques et CET (respectivement 2,8 Mds€ et 2,2 Mds€ en 2016). Le solaire thermique poursuit en revanche sa baisse quasi continue depuis 2009, avec un chiffre d'affaires historiquement bas à 335 M€ en 2016.

Marché total lié à la chaleur des particuliers



Le marché du bois-énergie pour les particuliers comprend les investissements dans les appareils (inserts, poêles, chaudières, cuisinières) et de la vente du combustible. En raison d'hivers doux et des prix faibles du fioul, les investissements continuent à baisser et ne représentent plus que 826 M€ en 2016 (-10,5 % par rapport à 2015). Les ventes de bois sont en revanche en progression de près de 10 % et atteignent les 2 Mds€, niveau qui se confirme en 2017.

Quant aux PAC domestiques et CET, après une forte baisse des investissements dans les équipements entre 2008 et 2013, le marché est depuis stable, avec en moyenne 1,7 Mds€ par an, grâce à une nette hausse des ventes de PAC aérothermiques et de CET conjuguées à des baisses de prix des équipements. L'année 2017 marque une reprise de 11,4 % des investissements.

En revanche, les investissements dans les installations de solaire thermique poursuivent leur repli avec une nouvelle baisse de 8,5 % entre 2015 et 2016 (tendance qui se confirme en 2017).

Le sous-secteur de la chaleur renouvelable pour les particuliers est le plus important en termes d'emplois. Pourtant, la baisse des effectifs observée depuis 2013 se poursuit encore en 2016. Avec 32 400 ETP, l'effectif du sous-secteur se situe à un niveau historiquement bas.

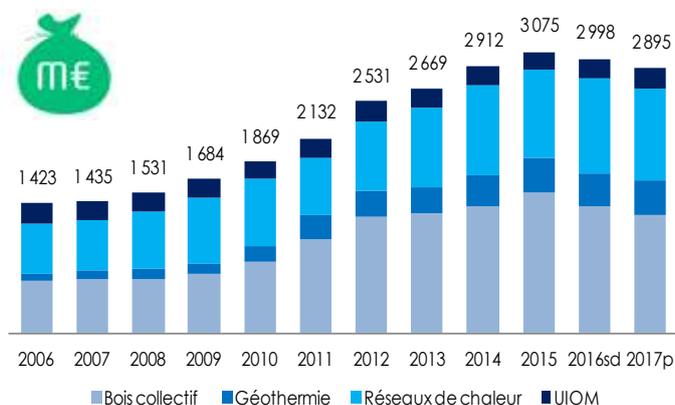
La filière du bois domestique emploie 14 220 ETP en 2016 (-1,9 % par rapport à 2015). Celle des PAC et CET totalise 15 730 ETP (-2,2 %) et celle du solaire thermique 2 450 ETP (-4,4 %). En 2017, du fait de la hausse des ventes de PAC et de CET, les effectifs de la filière progressent de 13 % pour atteindre plus de 17 780 emplois.

Chaleur collective : freinée par les faibles prix du gaz

Entre 2009 et 2016, le marché de la chaleur collective a presque doublé avec 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 DMA dans les UIOM et de la géothermie totalisent 3 Mds€, en baisse de 2,5 % par rapport à 2015.

Le faible niveau du prix du gaz freine les constructions de chaufferies collectives au bois et géothermiques. Les investissements dans ces installations baissent respectivement de 36,6 % et de 11,4 % entre 2015 et 2016. Les investissements dans les réseaux de chaleur sont également en repli (-7,8 %).

Marché total lié à la chaleur collective



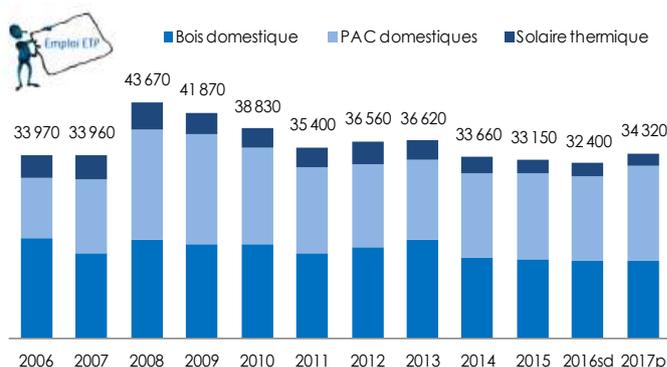
Depuis 2009, les investissements domestiques dans la chaleur collective bénéficient majoritairement aux activités de construction des infrastructures et d'installation des équipements. Ces activités représentent 58,4 % de ces investissements en 2016. La fabrication de matériels et d'équipements en France pour le marché intérieur représente quant à elle 29,2 % des investissements domestiques.

Depuis 2008, les ventes de chaleur issue des installations thermiques collectives sont en hausse constante. Entre 2015 et 2016, elles progressent encore de 10,1 % pour atteindre 2,1 Mds€.

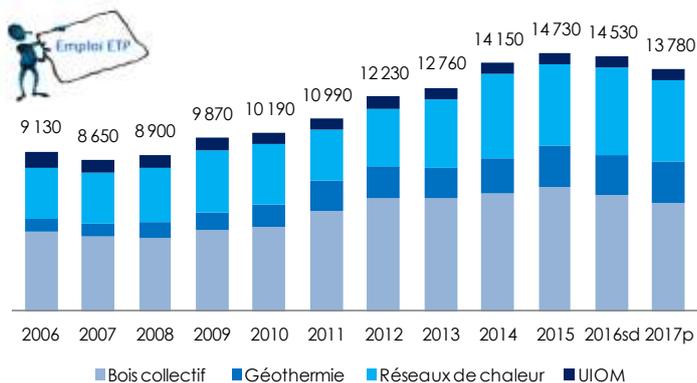
Après une hausse continue depuis 2007, les emplois dans les filières de la chaleur collective diminuent légèrement entre 2015 et 2016 de 1,4 %. En 2016, le sous-secteur emploie 14 530 ETP.

Les filières du bois collectif et de la géothermie voient leurs effectifs baisser de respectivement 7 % et 1,4 % en 2016 (6 590 ETP et 2 340 ETP). Cette tendance se poursuit en 2017. À l'inverse, les emplois des activités des réseaux de chaleur et des UIOM progressent respectivement de 6,5 % et 4,5 % (4 960 et 640 ETP).

Emplois totaux associés à la chaleur des particuliers



Emplois totaux associés à la chaleur collective



Biocarburants stables avant la 2^{ème} génération

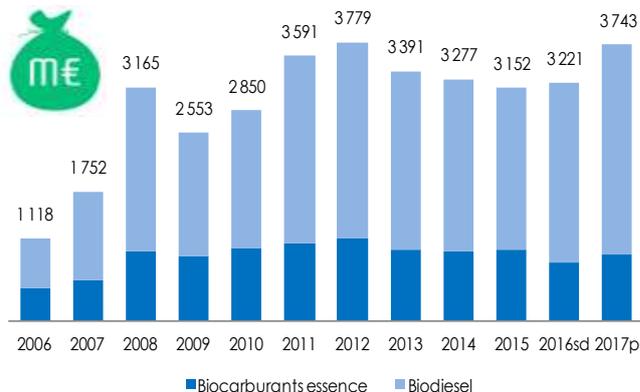
Les marchés des biocarburants regroupent le chiffre d'affaires du secteur du biodiesel issu du colza et du tournesol, et celui des biocarburants de la filière essence issus de la betterave, du blé et du maïs (bioéthanol et bioessence).

Le marché des biocarburants progresse de 2,2 % entre 2015 et 2016. Cette situation s'explique par la hausse du marché du biodiesel de 10,7 % (2,4 Mds€ en 2016). Cette hausse est elle-même provoquée par la progression de la consommation de biodiesel dans un contexte de stagnation du gazole, même si le taux maximal d'incorporation est désormais atteint (7,7 %). En revanche, le marché des biocarburants essence est en baisse de 17,5 % et s'établit à 784 M€ en 2016. La diminution régulière du prix de ces carburants depuis 2013 explique cette baisse.

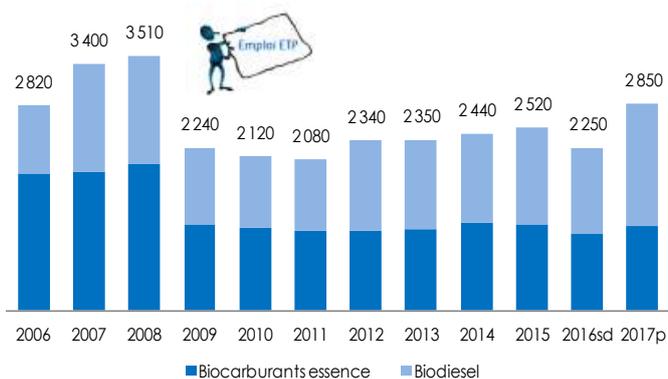
Les investissements dans la filière du biodiesel repartent en 2017 avec la conversion du site Total de La Mède en site de production de biodiesel d'huiles végétales

hydrotraitées. Le groupe Total démarre aussi en 2017 la construction du projet BioTfuel¹ pour convertir, par voie thermochimique, de la biomasse lignocellulosique (paille, résidus forestiers, cultures dédiées) en biogazole et biokérosène (biocarburants dits de 2^{ème} génération). Le coût global du projet est estimé à 112,7 M€. Pour les biocarburants de la filière essence, aucun investissement majeur n'est réalisé depuis 2009.

Marché total lié aux biocarburants



Emplois totaux associés aux biocarburants



En 2016, les emplois dans la filière des biocarburants essence diminuent de 11,7 % par rapport à 2015 (1 050 ETP).

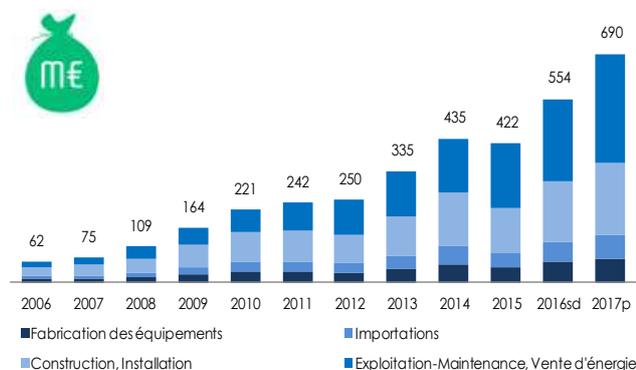
Les emplois du secteur du biodiesel baissent également, de 10,1 % (1 200 ETP en 2016), en raison de la baisse de la production liée aux surcapacités de l'industrie européenne et aux prévisions de ventes en retrait.

En 2017, les effectifs progressent très fortement (+26,7 %), surtout dans le secteur du biodiesel (+41,5 %) avec la construction de nouveaux sites. Les emplois de la filière des biocarburants essence augmentent de 10,3 %.

Biogaz en croissance

Le marché du biogaz poursuit son développement en 2016 avec une hausse de 31,5 % par rapport à 2015, atteignant 554 M€. En 2016, les investissements sur le marché domestique s'élèvent à 306 M€, en hausse de 36,8 % par rapport à l'année précédente. La moitié des équipements achetés est fabriquée en France.

Marché total lié au biogaz



Emplois totaux associés au biogaz



La revalorisation des tarifs d'achat en cogénération et le raccordement de nouvelles unités en injection de biométhane sont des facteurs de dynamisme du marché. Mais la progression du marché du biogaz s'explique surtout par la hausse des ventes d'énergie de 25,5 % : 248 M€ en 2016, contre 198 M€ en 2015. La production d'électricité issue du biogaz

¹ Projet en partenariat avec Axens, CEA, IFP Energies nouvelles, Avril, et ThyssenKrupp Industrial Solutions

augmente de 5,2 % en 2016 par rapport à l'année précédente, passant de 158,1 ktep (1,84 TWh) à 166,4 ktep (1,94 TWh). La consommation d'énergie thermique issue du biogaz est de 241,3 ktep en 2016, soit une augmentation de 24,4 % par rapport à 2015 (194 ktep).

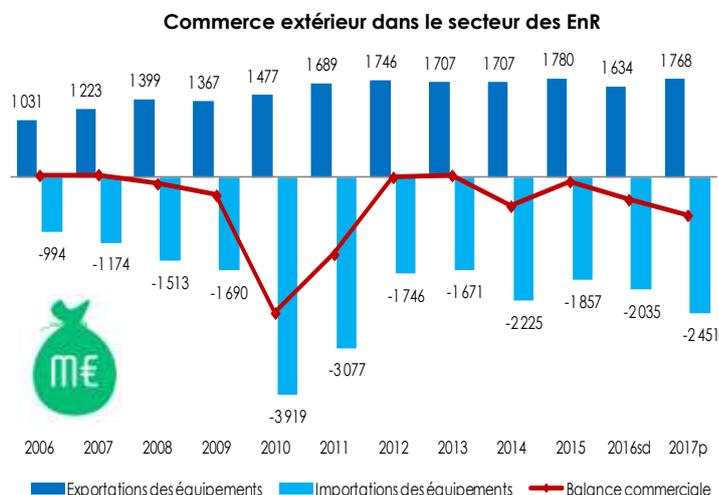
En baisse entre 2014 et 2015, les emplois de la filière biogaz connaissent un fort rebond en 2016. Les effectifs s'élèvent à 2 110 ETP, contre 1 680 en 2015 (+26 %). La progression vient de la croissance des emplois en exploitation de sites, mais surtout dans la construction des nouvelles unités de production et la fabrication des équipements.

Balance commerciale déficitaire

La balance commerciale française des énergies renouvelables se creuse en 2016. De 76 M€ en 2015, le déficit s'élève à 401 M€ en 2016, soit moins de 1 % du déficit commercial total de la France (INSEE). La situation s'explique en grande partie par le développement de la filière éolienne, secteur fortement importateur d'équipements. En 2016, les importations de cette filière atteignent 1,1 Mds€, contre 682 M€ en 2015 (+66,2 %). En revanche, avec le repli du marché du photovoltaïque, les importations des équipements de ce secteur baissent de 54,4 % entre 2015 (526 M€) et 2016 (240 M€).

Certains secteurs affichent un solde positif de leur balance commerciale : les biocarburants essence (279 M€), le biodiesel (172 M€), le solaire thermique (53 M€), ainsi que l'hydroélectricité (41 M€).

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



Prévisions et tendances 2017

Un chiffre d'affaires record

Selon nos prévisions, le marché des énergies renouvelables enregistre une hausse de 7,4 % en 2017 et s'élève à 26 Mds€, un chiffre d'affaires jamais atteint par le secteur. Cette hausse concerne presque toutes les EnR, à l'exception de l'hydroélectricité (-15,4 % en raison de la faible pluviométrie de l'année), du bois-énergie collectif (-6,7 %), du solaire thermique (-4,8 %) et des réseaux de chaleur (-2,6 %). Le marché du solaire photovoltaïque progresse de 30,4 % (4,8 Mds€ en 2017). Les chiffres d'affaires du biogaz et du biodiesel augmentent respectivement de 24,6 % (690 M€) et 16,6 % (2,8 Mds€). Quant aux emplois, ils affichent une nette hausse de 6,8 %, avec 86 270 ETP en 2017. Les hausses d'effectifs se situent essentiellement dans les filières du solaire photovoltaïque, des biocarburants, du biogaz, et des PAC domestiques et CET.

Tendances

Prévue par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) fixe, énergie par énergie, les grandes orientations de la politique énergétique. Annoncée en novembre 2018, elle vise à doubler les capacités installées en EnR électriques en 2028 par rapport à 2017 (102 à 113 GW en 2028). Pour la production de chaleur renouvelable, la hausse est fixée entre 40 et 59 % en 2028 par rapport à 2016 (218 à 247 TWh en 2028). La PPE vise l'accélération du rythme de croissance du taux de chaleur renouvelable et de récupération, avec en moyenne 1,2 % par an, soit un rythme 1,5 fois plus soutenu que celui constaté entre 2010 et 2016.

Secteur	2018	2023 (Objectif bas)	2023 (Objectif haut)
Photovoltaïque	10 200 MW de puissance installée	18 200 MW	20 200 MW
Éolien	15 000 MW de puissance en service	21 800 MW	26 000 MW
Hydraulique	25 300 MW de puissance installée	25 800 MW	26 050 MW
Bois domestique	7,4 Mtep de consommation de bois (8,6 millions de logements)	7,4 Mtep ~ 10,3 millions de logements	7,4 Mtep ~ 10,4 millions de logements
PAC domestiques, CET	2 200 ktep de production	2 800 ktep	3 200 ktep
Bois collectif	540 MW de puissance installée	790 MW	1 040 MW
Biogaz issu de la méthanisation	137 MW	237 MW	300 MW
Solaire thermique	180 ktep de consommation finale	270 ktep	400 ktep

Résultats détaillés

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

Marché par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Éolien	1 756	1 867	2 640	2 607	3 088	2 651	2 951	2 947	3 820	3 931	4 746	5 183
Hydroélectricité	2 696	2 854	4 415	3 689	4 317	3 430	4 039	4 470	3 851	3 504	3 666	3 100
Solaire photovoltaïque	229	424	933	1 917	6 370	5 731	3 901	3 779	4 213	4 049	3 646	4 752
Bois-énergie - Domestique	2 150	2 038	2 384	2 413	2 612	2 386	2 817	3 260	2 814	2 762	2 838	2 883
Biodiesel	674	1 198	2 217	1 687	1 875	2 553	2 675	2 426	2 328	2 201	2 437	2 842
PAC domestiques et CET	1 651	2 219	3 846	3 048	2 691	2 150	2 056	2 030	2 157	2 166	2 235	2 472
Bois-énergie - Collectif	584	600	592	644	788	1 029	1 277	1 307	1 394	1 534	1 394	1 301
Réseaux de chaleur	555	551	630	725	735	625	746	869	980	960	1 036	1 009
Biocarburants essence	444	553	948	866	975	1 038	1 103	966	948	951	784	902
Biogaz	62	75	109	164	221	242	250	335	435	422	554	690
Solaire thermique	477	493	619	500	460	481	540	449	405	346	335	319
Géothermie	60	79	105	114	159	265	281	284	339	376	351	363
UIOM	224	205	204	201	187	212	226	209	199	205	218	222
Marché total **	11 561	13 157	19 641	18 575	24 479	22 793	22 864	23 331	23 884	23 406	24 240	26 037

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

Emplois par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Éolien	6 040	6 170	7 710	8 020	9 310	7 480	8 130	8 120	10 990	10 450	13 210	13 910
Hydroélectricité	8 240	8 770	9 350	9 540	10 690	10 630	11 780	12 230	12 160	12 100	11 600	11 700
Solaire photovoltaïque	1 400	2 570	5 260	10 410	32 330	32 260	12 740	9 820	8 200	6 690	4 670	7 270
Bois-énergie - Domestique	18 470	15 860	18 210	17 550	17 390	15 760	16 960	18 180	14 850	14 490	14 220	14 230
Biodiesel	930	1 480	1 490	1 050	980	990	1 240	1 220	1 220	1 330	1 200	1 690
PAC domestiques et CET	11 250	13 590	20 390	20 410	17 840	15 820	15 310	14 910	15 620	16 090	15 730	17 770
Bois-énergie - Collectif	4 530	4 230	4 160	4 590	4 820	5 710	6 410	6 400	6 690	7 090	6 590	6 190
Réseaux de chaleur	2 960	2 830	3 130	3 580	3 500	2 900	3 320	3 930	4 810	4 650	4 960	4 620
Biocarburants essence	1 900	1 920	2 020	1 180	1 140	1 090	1 110	1 130	1 210	1 190	1 050	1 160
Biogaz	410	480	600	880	1 120	1 100	1 110	1 400	1 820	1 680	2 110	2 430
Solaire thermique	4 250	4 510	5 070	3 910	3 600	3 820	4 290	3 530	3 180	2 570	2 450	2 320
Géothermie	710	800	920	1 040	1 260	1 730	1 810	1 800	2 050	2 370	2 340	2 340
UIOM	930	790	690	660	610	650	680	640	600	610	640	640
Emplois totaux **	62 020	64 000	79 000	82 820	104 580	99 940	84 890	83 290	83 410	81 330	80 780	86 270

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

Production par filière	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Éolien	1 131	1 286	1 734	1 837	2 136	2 084	2 398	2 488	2 988	3 248	3 612	3 992
Hydroélectricité	2 672	2 811	4 382	3 661	4 289	3 397	4 013	4 440	3 824	3 468	3 636	3 079
Solaire photovoltaïque	157	255	717	1 351	4 034	3 829	3 332	3 226	3 527	3 523	3 406	4 161
Bois-énergie - Domestique	2 070	1 970	2 304	2 304	2 488	2 269	2 664	3 067	2 642	2 608	2 681	2 697
Biodiesel	586	915	1 884	1 470	1 649	2 013	2 279	2 001	1 867	1 778	1 743	2 015
PAC domestiques et CET	1 592	2 044	3 727	2 987	2 401	1 895	1 826	1 783	1 868	1 909	1 961	2 188
Bois-énergie - Collectif	545	555	540	595	722	939	1 167	1 224	1 295	1 444	1 326	1 258
Réseaux de chaleur	555	551	630	725	735	625	746	869	980	960	1 036	1 009
Biocarburants essence	444	553	735	585	687	780	810	790	765	725	606	716
Biogaz	54	64	94	142	190	210	222	295	380	377	493	618
Solaire thermique	408	427	537	421	380	420	486	399	361	299	287	278
Géothermie	60	77	103	112	148	247	265	270	320	357	332	344
UIOM	224	205	204	201	187	212	226	209	199	205	218	222
Production totale ***	10 498	11 713	17 590	16 391	20 048	18 921	20 433	21 062	21 015	20 900	21 335	22 576

(*) 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 de 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 les 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

Points clés

Reprise et simplifications réglementaires

L'implantation d'éoliennes reprend à partir de 2014, favorisée notamment par une simplification des procédures administratives (loi Brottes) et des taux d'emprunt historiquement bas.

En 2016, le marché total de la filière éolienne terrestre est estimé à 4,7 Mds€, dont 2,1 Mds€ pour les investissements domestiques, 1,9 Mds€ pour la vente d'énergie, et 0,7 Mds€ pour les exportations. La filière éolienne représente 13 210 ETP directs, dont 10 560 ETP pour les investissements (yc. les exportations) et 2 650 ETP pour la vente d'énergie.



Tendances observées 2014-2016

Production brute d'électricité (GWh) ↗

Puissance totale raccordée (MW) ↗

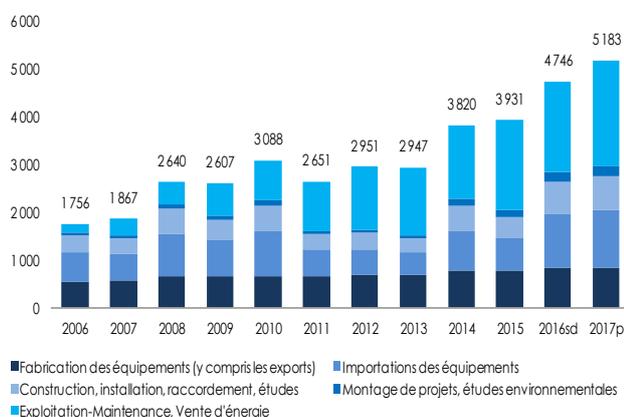
Investissements domestiques (M€) ↗

Fabrication des équipements (M€) ↗

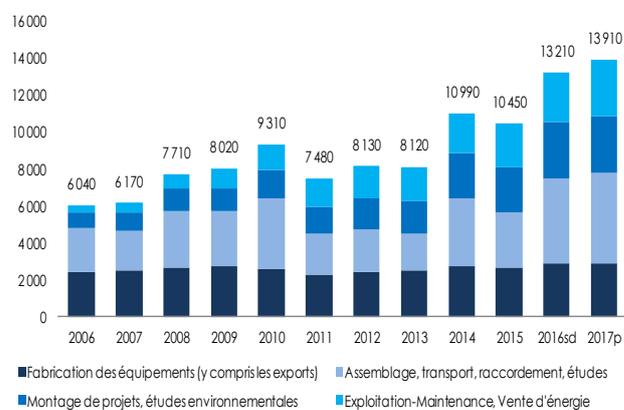
Emplois de fabrication des équipements (ETP) ↗

Emplois de vente d'énergie (ETP) ↗

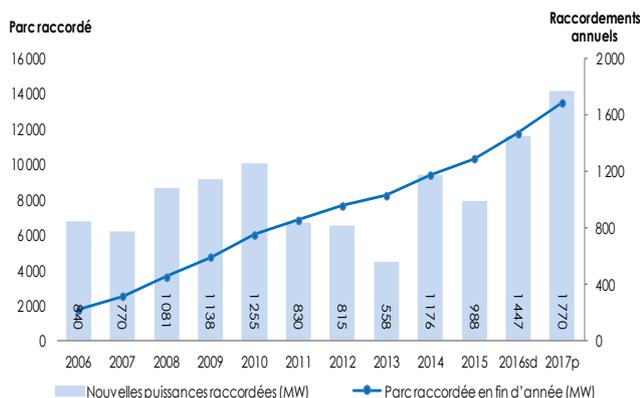
Marchés liés à l'éolien (M€)



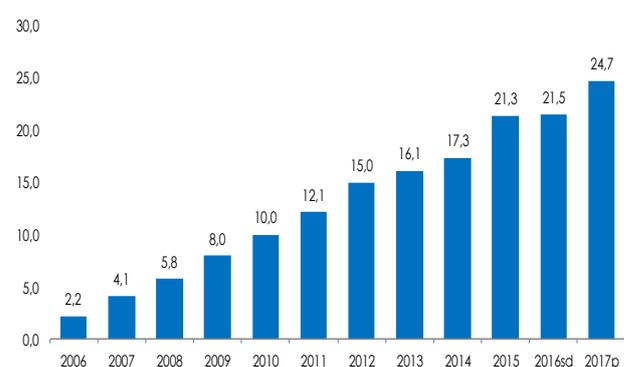
Emplois associés à l'éolien (ETP)



Parc raccordé et raccordements annuels (MW)



Énergie produite (TWh)



De quels emplois et marchés parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés de l'éolien. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus (pour comparaison, voir encadré page 19 sur les emplois directs et indirects en 2015). La filière française de l'éolien en mer posé fait l'objet d'un encart (page 21). L'éolien flottant est présenté avec les EMR. En 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Équipement

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

Construction

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

Production d'énergie

Exploitation, entretien et maintenance des champs d'éoliennes



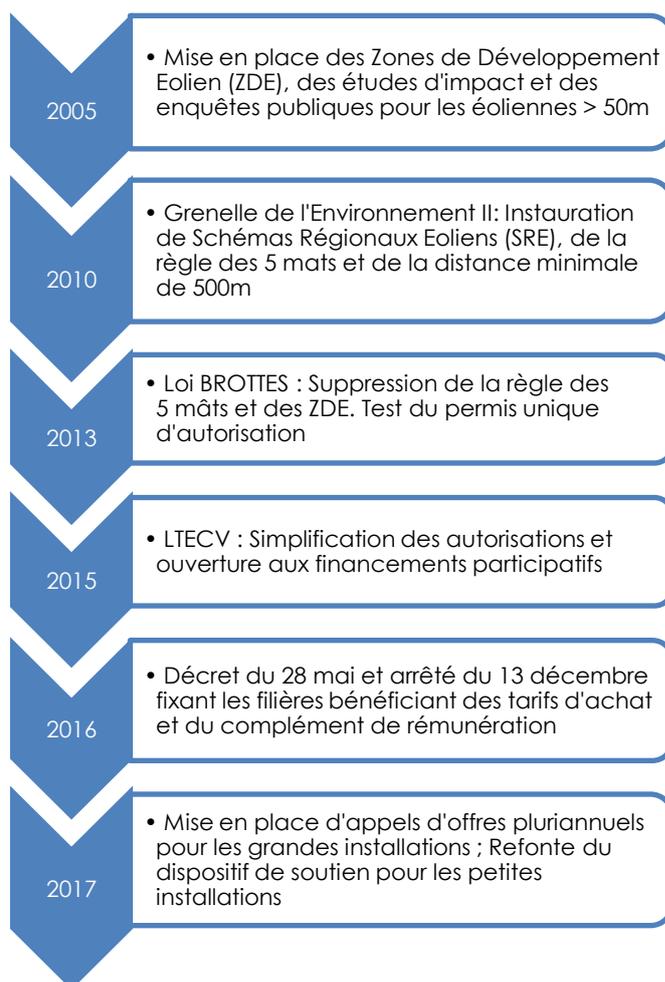
Contexte réglementaire

Conditions d'accès au complément de rémunération

La Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 (loi Grenelle II) 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 Brottes² 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 à partir de 2014.

La Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 18 août 2015 inclut diverses mesures concernant l'énergie éolienne terrestre telles que :

- Le maintien de la distance minimale de 500 mètres entre les éoliennes et les habitants ;
- 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 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. Ce surcoût est compensé par la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE).



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 vecteurs : le guichet ouvert pour les petites installations (moins de 6 éoliennes), ainsi que l'appel d'offres (installations de 7 éoliennes ou plus) qui aujourd'hui constitue le principal mécanisme de soutien à l'énergie éolienne terrestre. La durée des contrats est de 20 ans afin de tenir compte de l'augmentation de la durée de vie des éoliennes. Le niveau de tarif est fixé de façon à assurer une rentabilité normale des projets sur l'ensemble de leur durée de vie. L'arrêté fixant les conditions et les modalités de ces contrats est notifié à la Commission européenne.

Lancé dès mai 2017, l'appel d'offres éolien terrestre est divisé en 6 périodes de 3 ans chacune et conduit à l'attribution d'un total de 3 GW de puissance éolienne. Au terme de la 1^{ère} période de l'appel d'offres, 22 lauréats sont retenus afin de développer et exploiter 500 MW d'éolien terrestre. Pour la 1^{ère} fois, ces projets sont retenus après une phase de mise en concurrence, aboutissant ainsi à un prix moyen pondéré de 65,4 €/MWh pour les 22 lauréats. Ce prix est nettement inférieur aux tarifs d'achat (72 €/MWh). Clôturée au 1^{er} juin 2018, la deuxième phase de candidature porte également sur une puissance de 500 MW.

² Loi du 11 mars 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre et portant diverses dispositions sur la tarification de l'eau et des éoliennes

La Chine, leader mondial du marché de l'éolien

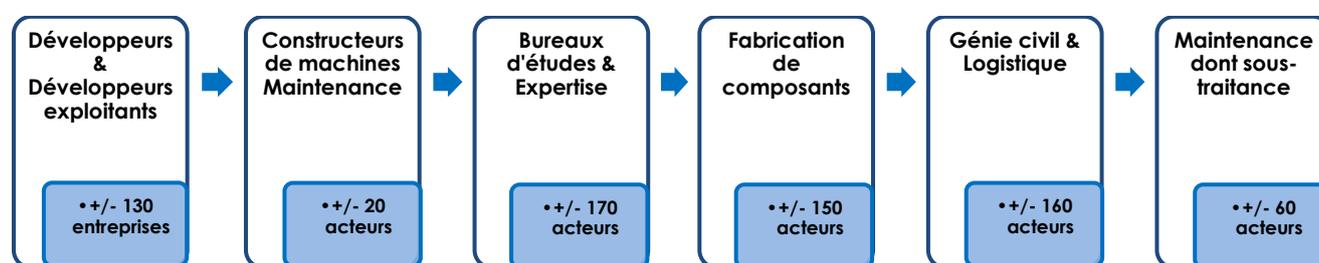
En 2017, la puissance des nouvelles installations éoliennes (toutes filières confondues) à l'échelle mondiale s'élèvent à 51,6 GW (EurObserv'ER), soit une hausse de 10,5 % par rapport à 2016. Le parc éolien s'élève ainsi à 539,3 GW.

L'Asie représente le plus grand marché de l'éolien (42,4 % du parc), avec la Chine en tête du classement. Ce pays possède un parc éolien de 188,2 GW, soit 34,9 % 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^{ème} position avec 33 % 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^{ères} technologies éoliennes. Vient ensuite l'Amérique du Nord (19,5 % du parc).

Au niveau européen, l'Allemagne dispose du plus grand parc éolien (55,6 GW en 2017), suivie par l'Espagne (23,2 GW) et le Royaume-Uni (19 GW). La France arrive en 4^{ème} position avec un parc de 13,6 GW. Globalement, les nouvelles puissances installées dans l'UE s'élèvent à 14,8 GW en 2017. Cette même année, la production d'électricité éolienne de l'UE est estimée à 353,5 TWh (+16,7 % par rapport à 2016), correspondant à la couverture de 11,6 % en moyenne des besoins en électricité de l'UE.

Les acteurs de la filière éolienne



Développeurs : une centaine d'acteurs

Compte tenu des contraintes de la réglementation et de la gestion de l'acceptabilité des champs d'éoliennes, le développement des projets demande en France en moyenne 8 ans (contre 4 ans en Allemagne³) : 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.

Une centaine d'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. 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 français sont, entre autres, EDF Renouvelables (capacités installées en 2017 dans le monde : 10 108 MW), Engie (4 791 MW d'éoliennes terrestres en service et 1 345 MW en construction), Akuo Energy (847 MW), EnergieTEAM (69 parcs, 802 MW de puissance installée), Valorem (800 MW), NEOEN (20 centrales d'un total de 794 MW), Quadran (60 parcs, 427 MW de capacités installées), et Kallista Energy (20 parcs en service, une centaine d'éoliennes en exploitation d'une capacité totale de 213 MW).

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, Nordex, General Electric, et Siemens-Gamesa Renewable Energy. Néanmoins, l'industrie éolienne s'est considérablement renforcée sur notre territoire depuis 2012 par l'implantation de cinq sites industriels dédiés à la fabrication d'éoliennes terrestres et maritimes : assemblage de nacelles (Alstom-General Electric et Poma Leitwind), fabrication de mâts d'éoliennes (usine WEC Mâts Béton d'Enercon), ainsi que fabrication de pales d'éoliennes (LM Wind Power).

- Fabricant de transports tractés par câble, Poma 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€.
- L'un des deux fabricants de mâts en France, Francéole, 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 une centaine de salariés.

³ Ces procédures durent entre 7 et 9 ans France, contre 3 à 5 ans en Allemagne (Source Wind Europe).

- LM Wind Power (filiale de GE désormais) est leader de la fabrication de pales d'éoliennes. 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. Pour une fabrication débutant dès janvier 2019, l'usine emploiera à terme 550 salariés.

Fabrication de composant : une industrie exportatrice

Une centaine d'entreprises produisent des composants vendus aux grands fabricants d'éoliennes étrangers. Certaines sont très spécialisées, à l'instar de Rollix-Defontaine, un des principaux spécialistes mondiaux de couronnes d'orientation et 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) spécialisé dans les convertisseurs, Leroy-Somer spécialisé dans les génératrices, Mersen pour les balais en graphite, Nexans pour les câbles, Schneider Electric pour le matériel électrique, 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 proposant des lidars pour la mesure du vent 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 2016, on évalue à 466 M€ le CA des composants électriques ou mécaniques pour des éoliennes et destinés à l'export.

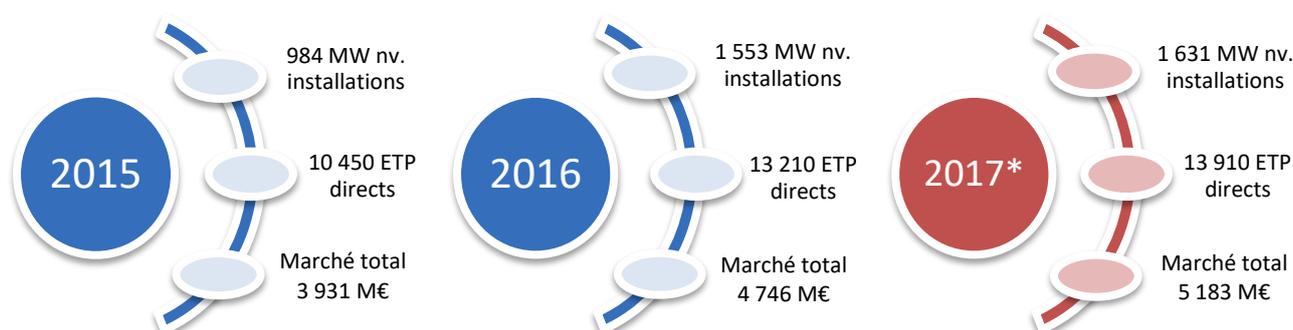
Assemblage et installation des éoliennes

Une centaine d'entreprises sont très 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 sont Engie, EDF Renouvelables, Kallista Energy, ainsi que le groupe anglais RES.

Situation et perspectives 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 depuis 2014

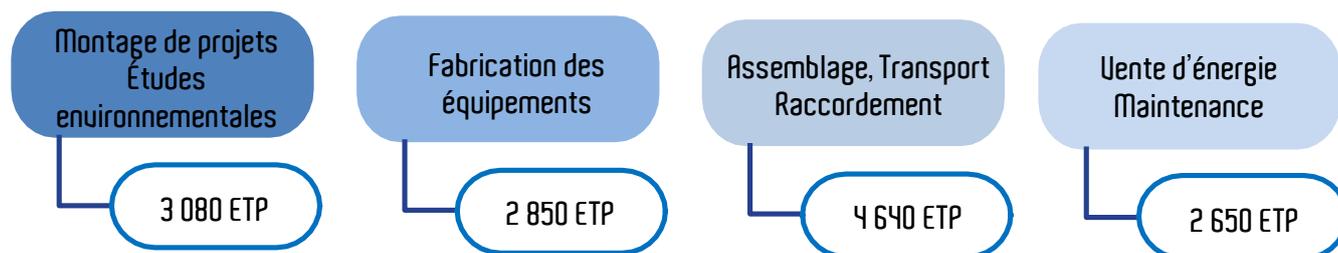
Après une période difficile entre 2011 et 2013 du fait du durcissement des contraintes réglementaires, l'année 2014 voit le marché de l'éolien terrestre s'améliorer sensiblement : doublement des puissances raccordées sur une année, accroissement de plus de 80 % des investissements domestiques, et hausse de 35 % des emplois directs.

En 2016, les nouvelles puissances raccordées augmentent de 46,5 % (1,4 GW) par rapport à l'année précédente. Il en est de même pour les investissements domestiques qui augmentent considérablement (+56,2 %) et s'élèvent à 2,1 Mds€. Ces investissements comportent une part importante d'importation (1,1 Mds€). 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.

En 2016, les investissements dans la fabrication française des équipements (y compris pour les exportations) s'élèvent à 825 M€. Les entreprises françaises sont présentes à l'international avec 701 M€ d'exportations. 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.

La hausse des investissements entraîne une augmentation des emplois directs de 26,4 % entre 2015 (10 450 ETP) et 2016 (13 210 ETP). Cette hausse s'explique par les nouvelles puissances installées qui augmentent de 57,8 %. La vente d'énergie s'élève à 1,9 Mds€ en 2016, niveau quasi stable par rapport à 2015.

En 2016, 13 210 ETP directs associés à la filière éolienne



En 2016, les emplois directs liés à la filière éolienne se situent majoritairement dans la construction et l'installation des équipements (assemblage, transport et raccordement ; 4 640 emplois, dont 340 associés aux exportations). Les activités de développement, de montage de projets et d'études environnementales représentent 3 080 emplois, dont 1 440 ETP associés aux exportations. La fabrication d'équipements pour le marché intérieur représente 710 emplois, auxquels s'ajoutent 2 140 ETP pour la fabrication des équipements destinés à l'exportation. La majeure partie des équipements sur le marché domestique est importée. Les exportations génèrent ainsi un total de 3 910 emplois en 2016. L'exploitation, l'entretien-maintenance du parc éolien et la vente domestique d'énergie occupent 2 650 ETP. Ces emplois augmentent régulièrement au rythme des puissances raccordées.

18 000 emplois directs et indirects

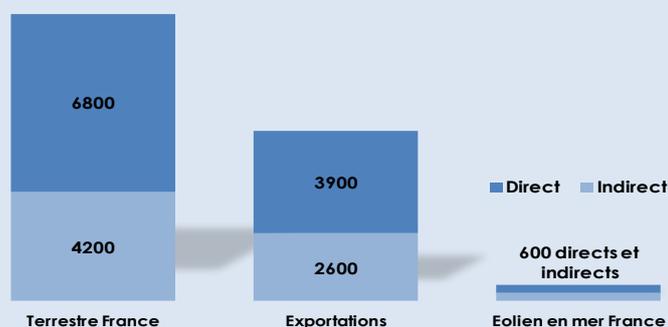
Focus sur l'étude ADEME « Filière éolienne française : Bilans, perspectives et stratégies »

En janvier 2016, l'ADEME publie le premier volet d'une étude consacrée à la filière éolienne (Étude BIPS) dressant un état des lieux de la filière en France. Pour l'année 2015, l'étude présente des estimations de la taille des marchés éoliens (terrestre et marin), du niveau de la production française (à destination du marché domestique et à l'export), ainsi que des **emplois directs et indirects** associés. La présente édition de l'étude *Marchés et emplois* confirme les résultats de l'étude BIPS, qui s'inscrivent dans la progression des 10 dernières années.

Les données produites dans le cadre de l'étude BIPS de janvier 2016 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 de la filière éolienne en 2015.

Le marché éolien terrestre domestique (hors valorisation de l'électricité produite) est estimé à 1,8 Mds€, pour des investissements estimés à 1,3 Mds€ dans de nouveaux parcs et un marché de l'exploitation et de la maintenance estimé à 475 M€. Ce marché donne lieu à des importations (principalement de turbines et composants) de l'ordre de 685 M€. Le marché de la vente d'énergie est, quant à lui, évalué à 1,9 Mds€. **La production totale de la filière éolienne française (éolien en mer inclus) est estimée à plus de 1,8 Mds€, pour une création de valeur ajoutée estimée à 730 M€.** Plus d'un tiers de la production française est destinée aux marchés étrangers, soit des exportations de 663 M€ (principalement dans la fabrication de composants).

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 les résultats de l'étude BIPS et ceux de la présente étude *Marchés et emplois* (M&E). Les emplois directs liés à la filière terrestre française sont évalués à 6 760 ETP dans M&E et à 6 800 ETP dans l'étude BIPS. Les emplois liés aux exportations sont estimés à 3 800 ETP dans l'étude M&E et à 3 900 ETP dans l'étude BIPS. Plusieurs éléments expliquent les différences : la prise en compte des puissances installées dans l'étude M&E et des puissances raccordées dans l'étude BIPS, l'exploitation directe des données d'entreprise pour la fabrication des mâts dans M&E et l'utilisation de ratios d'emplois dans l'étude BIPS, ainsi que la mise à jour des ratios d'emploi en utilisant les dernières données disponibles dans l'étude M&E.

Prévisions et tendances en 2017

Les nouvelles puissances installées en 2017 augmentent de 5 % par rapport à l'année précédente pour atteindre 1 631 MW. Ceci entraîne une hausse des investissements domestiques et des emplois associés de respectivement 4 % et 2,2 %. Le marché total de la filière s'élève à 5,2 Mds€ pour 13 910 ETP directs, dont 6 790 ETP pour les investissements domestiques, 3 040 pour l'exploitation et la maintenance du parc, et 4 070 ETP pour les exportations.

Observatoire de l'éolien

La FEE (France Énergie Éolien) réalise chaque année un observatoire de l'éolien. Pour 2017, celui-ci répertorie 17 000 emplois. L'écart avec les résultats de l'étude Marchés & Emplois de l'ADEME (13 910 emplois) s'explique par la différence de champ. L'observatoire de l'éolien inclut les emplois liés à l'éolien en mer posé (emplois associés aux études et au développement) et à l'éolien flottant (emplois associés à la recherche, le développement et la construction de prototypes pré-commerciaux). Cet observatoire inclut également certains emplois que M&E considère comme indirects (assurances et centres de recherche). Par ailleurs, la méthodologie est totalement différente : l'observatoire s'appuie sur une enquête, l'étude M&E sur une estimation des emplois à partir du marché.

Objectifs 2018-2023 de la PPE

Les objectifs de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) concernant l'éolien terrestre sont de 15 000 MW pour la puissance en service en 2018 et de 21 800 MW (hypothèse basse) à 26 000 MW (hypothèse haute) pour 2023 avec 4 000 éoliennes supplémentaires. Avec un parc raccordé de plus de 13 470 MW en 2017 et un rythme actuel de raccordement annuel de 1 GW, les objectifs de la PPE sont ambitieux, mais réalistes. Pour l'éolien en mer posé, la PPE propose des objectifs de 500 MW installés en 2018 et de 3 000 MW installés en 2023.

Éolien maritime : des vagues pour les six projets des deux premiers AO

Le développement de la filière de l'éolien posé en mer se fait à travers une politique d'appels d'offres. Deux appels d'offres lancés par le gouvernement en juillet 2011 et mars 2013 conduisent à l'attribution de six parcs éoliens posés en mer pour une capacité de 3 000 MW :

- Le consortium **Éolien Maritime France**, mené par EDF-EN et Enbridge, remporte trois parcs pour une puissance totale de 1 430 MW : le parc de Saint-Nazaire (480 MW), le parc de Courseulles-sur-Mer (450 MW) et le parc de Fécamp (498 MW). Le consortium dispose d'un partenariat exclusif avec GE Renewable pour la fourniture des éoliennes. Ce dernier fournira son éolienne Haliade 150 d'une puissance unitaire de 6 MW. Le consortium s'est également associé avec WPD Offshore pour les parcs de Courseulles-sur-Mer et Fécamp, et avec Nass&Wind Offshore pour le développement des projets. Les éoliennes seront fabriquées dans l'usine située à Montoir (inaugurée en 2014 et employant plus de 290 personnes). Cette implantation industrielle exporte également vers les États-Unis (parc de Block Island) et l'Allemagne (parc Merkur).
- Le consortium **Ailes Marines**, mené par les énergéticiens Iberdrola et RES, remporte le parc de Saint-Briec d'une puissance totale de 500 MW. Les éoliennes M5000 initialement prévues devaient être remplacées par le modèle 8 MW pour une capacité totale équivalente. Le développement du projet est réalisé en partenariat avec Neoen Marine. L'installation du parc sera réalisée par Technip.
- Le consortium **Engie/EDP Renewable/Neoen Marine** remporte les deux parcs de 500 MW chacun du second appel d'offres sur les sites de Dieppe-Le-Tréport et de Yeu-Noirmoutier. Le groupe s'est engagé à construire une usine de fabrication d'éoliennes au Havre. Suite à un accord avec Gamesa, la cession de la participation d'Areva dans Adwen est réalisée le 17 juin 2016. Les activités dans l'éolien en mer d'Areva sont, *in fine*, reprises par Gamesa/Siemens.

Fin 2016, les projets sont tous en phase de développement, l'ensemble des autorisations est obtenu pour les projets de l'AO1 et déposé pour les projets de l'AO2. Les activités et les emplois liés relèvent essentiellement de l'ingénierie, d'études préalables et de la concertation publique. Pour l'ensemble des parcs, les dépenses liées à ces activités sont évaluées à 400 M€. Les emplois générés jusqu'à présent s'élèvent à plus de 600 ETP directs et indirects pour l'ensemble des parcs (Étude BIPS de l'ADEME). L'observatoire des énergies de la mer, quant à lui, recense 1 700 emplois (entreprises prestataires, fournisseurs de la chaîne de valeur, fabrication et montage de composants).

En juin 2018, et après de longues négociations entre l'Etat et les lauréats concernant les tarifs de rachat de l'électricité produite par ces parcs, l'Etat annonce le maintien des six projets. À la clé de cette annonce, 15 000 emplois dans les régions concernées (Source : SER).

Entre temps, la procédure de « dialogue concurrentiel » pour le 3^{ème} appel d'offres concernant le futur projet d'éolien en mer posé (250 à 750 MW prévus pour 2022) au large de Dunkerque est lancé en janvier 2017. Une dizaine de concurrents sont présélectionnés : le consortium d'EDF-EN et l'allemand Innogy (filiale de RWE), le consortium d'Engie et EDPR, Incontrol France, le canadien Boralex associé au belge CMI5i Pastor, le norvégien Statoil, le suédois Vattenfall, les belges Elicio et DEME Concessions Wind, ainsi que le consortium de Parkwind (Colruyt Group) et le Fonds d'investissement flamand PMV (avec le groupe Valeco). Le consortium de l'espagnol Iberdrola et du britannique RES Group s'est retiré de l'appel d'offres.

Résultats détaillés

Marchés liés à l'éolien

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	77	68	112	101	118	80	82	84	135	114	124	130
Importations d'équipements	624	581	907	770	952	567	554	458	832	682	1 134	1 191
Construction, installation des équipements	349	323	508	434	533	329	329	286	518	435	687	722
Montage de projets, Études préalables	62	58	91	77	95	69	80	78	156	144	204	193
Total des investissements	1 113	1 030	1 617	1 382	1 698	1 045	1 044	905	1 641	1 376	2 148	2 235
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	188	345	484	676	841	1 033	1 310	1 421	1 534	1 889	1 896	2 226
Marché domestique *	1 301	1 375	2 101	2 058	2 539	2 077	2 354	2 326	3 175	3 264	4 045	4 461
Exportations												
Equipements et ingénierie	455	492	539	549	549	574	598	621	645	666	701	722
Marché total **	1 756	1 867	2 640	2 607	3 088	2 651	2 951	2 947	3 820	3 931	4 746	5 183
Production **	1 131	1 286	1 734	1 837	2 136	2 084	2 398	2 488	2 988	3 248	3 612	3 992

*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

Emplois directs (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	370	360	520	540	560	340	410	460	640	560	710	680
Construction, installation des équipements	2 400	2 180	3 020	2 860	3 620	2 060	2 110	1 750	3 420	2 680	4 300	4 560
Montage de projets, Études préalables	470	440	640	570	770	550	640	630	1 250	1 150	1 640	1 550
Total	3 250	2 980	4 170	3 970	4 940	2 950	3 160	2 830	5 300	4 390	6 650	6 790
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	390	570	810	1 070	1 350	1 540	1 720	1 850	2 120	2 330	2 650	3 040
Liés au marché domestique	3 630	3 550	4 980	5 040	6 300	4 490	4 880	4 690	7 420	6 720	9 290	9 830
Liés aux exportations	2 410	2 620	2 730	2 980	3 010	2 990	3 240	3 430	3 570	3 720	3 910	4 070
Fabrication des équipements	2 030	2 100	2 130	2 220	2 050	1 920	2 010	2 070	2 070	2 090	2 140	2 160
Construction, installation des équipements	0	40	60	100	140	170	210	230	280	300	340	370
Montage de projets, Études préalables	380	480	530	660	820	900	1 030	1 130	1 220	1 330	1 440	1 540
Total des emplois directs	6 040	6 170	7 710	8 020	9 310	7 480	8 130	8 120	10 990	10 450	13 210	13 910

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

Puissance et production d'énergie de la filière éolienne

MW	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
Puissance installée dans l'année	890	763	1 198	1 063	1 306	792	780	666	1 190	984	1 553	1 631
Puissance raccordée dans l'année	840	770	1 081	1 138	1 255	830	815	558	1 176	988	1 447	1 770
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	13 472
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	24 677

Source : Estimations In Numeri selon SDES, Tableau de bord de l'éolien

Note : Suite à une amélioration des informations, les séries sont légèrement modifiées par rapport à ceux de l'édition précédente.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Investissements (M€)	Puissances installés x Prix unitaire		
Puissances installées (MW)		SDES, Tableau de bord de l'éolien	***
Prix (M€/MW)		2006 à 2014 : SER, FEE 2017 : ADEME, Étude BIPS ⁴	***
Décomposition des investissements (M€)	Tour ; Pâles ; Rotors ; Turbine ; Autres équipements ; Montage de projets ; Études techniques ; Assemblage ; Génie civil et transport ; Raccordement	2008 et 2013 : Données du SER 2006 à 2010 : Données EWEA 2015 à 2017 : ADEME, Étude BIPS	**
Exportations (M€)	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	*
Importations (M€)		Estimation In Numeri	*
Vente d'énergie (M€)	Production d'énergie x Prix unitaire		
Production d'énergie (GWh)		SDES, Tableau de bord de l'éolien	***
Prix unitaire (€/MWh)		CRE, Délibérations pour CSPE, Annexes 1	***
Fabrication (M€)			
Fabrication de mâts (M€)		Comptes des entreprises	**
Autres segments (M€)	Marché intérieur + Exportations - Importations	Hypothèse In Numeri	**
Emplois (ETP)			
Fabrication des équipements (ETP)		Mâts et tous : Compte des entreprises Autres équipements : 2006 à 2008 CN, 2009 à 2015 ESANE (NAF22.23, 27, 28.11, 28.15)	**
Autres maillons de la chaîne de valeur (ETP)	Montage, études, assemblage, génie civil, transport, raccordement	2006 à 2008 : Comptabilité Nationale 2009 à 2015 : ESANE (NAF 42, 42.22Z, 43.99B, 71.12B)	**
Exploitation, maintenance (ETP)	0,23 ETP/MW	SER ; Comptabilité Nationale	**

Méthode générale d'évaluation

Marché total : investissements + exploitation-maintenance

L'investissement (marché intérieur) pour la construction 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 (2015) ; Identique à 2015 pour 2016-2017 ;
- 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 2017 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 éolienne 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 issu des données de la Comptabilité Nationale (2006 à 2008) et d'ESANE (2009 à 2015). Les ratios 2016 et 2017 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 2,3 ETP/MW calculé selon les données du SER et de la CN.

⁴ 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. E-CUBE Strategy Consultants, I-Care & Consult, et In Numeri.

2. Hydroélectricité

Points clés

Deuxième source de production d'électricité en France

L'électricité d'origine hydraulique est la seconde source de production d'électricité en France (derrière le nucléaire) représentant plus de 10 % de la production totale d'électricité. La production hydroélectrique varie fortement selon la pluviométrie. En 2016, la production nette d'hydroélectricité chute de 4,4 % par rapport à 2014.

En 2016, le marché de l'hydroélectricité est estimé à 3,7 Mds€, dont 3 Mds€ pour la production d'électricité (exploitation, maintenance et vente d'énergie). Le montant des investissements baisse de 724 M€ en 2014 à 636 M€ en 2016. La filière hydroélectrique représente 11 600 emplois en 2016, en baisse de 4,6 % par rapport à 2014.

+ 5 %

Evolution du marché en 2016

14 % des emplois

Des filières EnR étudiées

15 % des marchés

Des filières EnR étudiées

Tendances observées 2014-2016

- Puissance totale raccordée (MW)** ➔

- Investissements domestiques (M€)** ➔

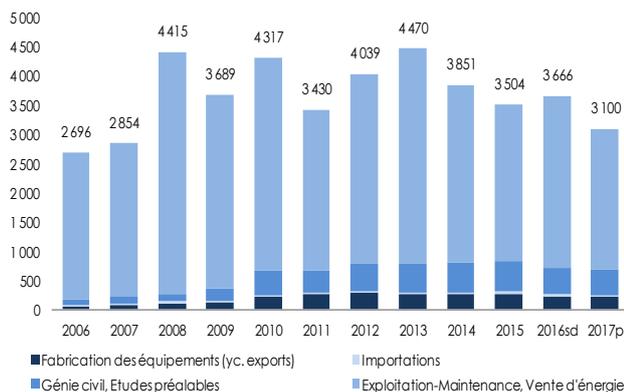
- Production nette d'électricité (GWh)** ➔

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

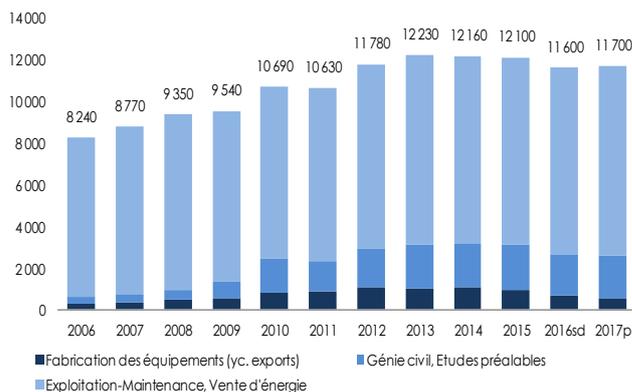
- Fabrication des équipements (M€)** ➔

- Emplois de fabrication des équipements (ETP)** ➔

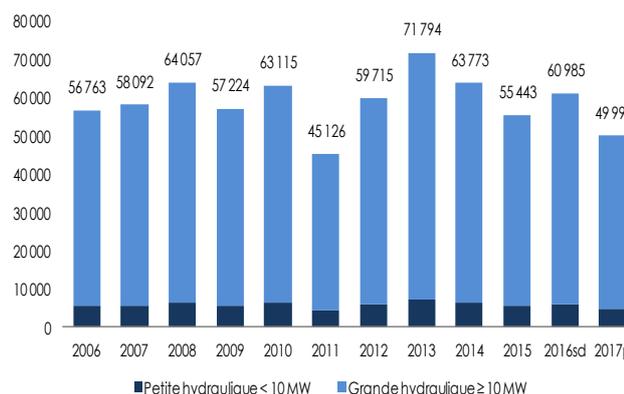
Marchés liés à l'hydroélectricité (M€)



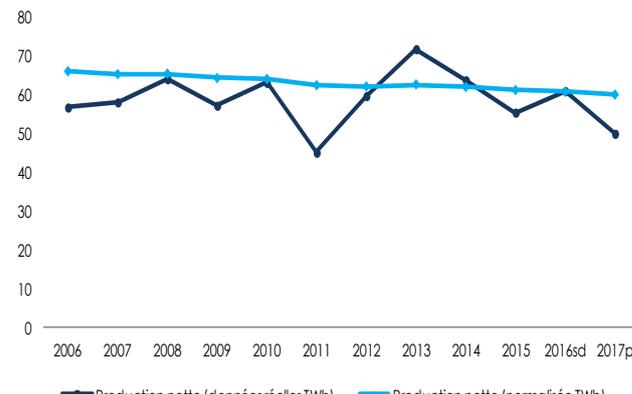
Emplois associés à l'hydroélectricité (ETP)



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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Équipement	Fabrication de turbines hydrauliques
Génie civil	Construction et rénovation des barrages, Études techniques préalables
Production d'énergie	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). La majeure partie des concessions hydroélectriques françaises est contrôlée par ces opérateurs : 80 % sont gérés par EDF et 12 % par la CNR et Engie (via sa filiale Société Hydro Électrique du Midi – SHEM).

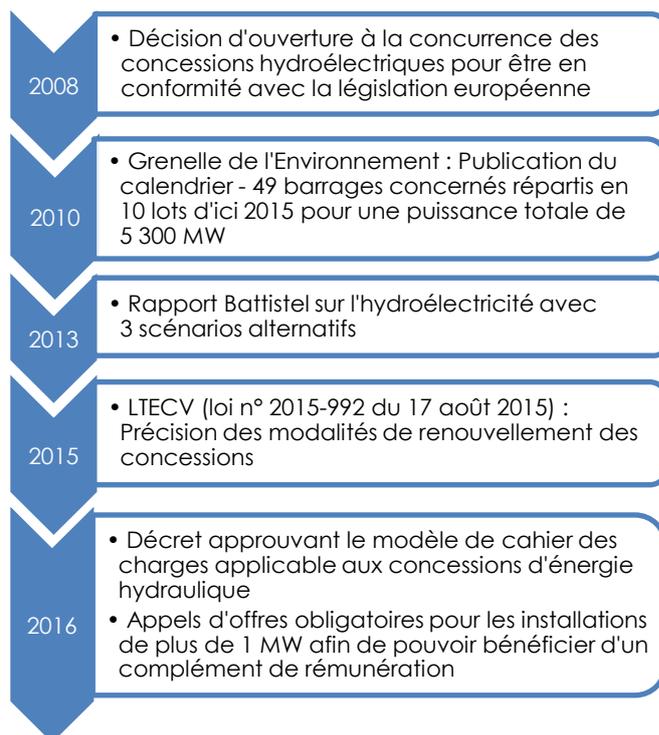
Depuis 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) prévoit notamment la possibilité de regrouper les concessions dans le cas d'aménagements hydrauliquement liés (par bassins), et de créer une nouvelle catégorie de sociétés d'économie mixte pour l'exploitation d'une concession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

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

La directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (Directive Cadre sur l'Eau) est transposée en droit français par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) en décembre 2006. 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.

De façon générale, concernant le niveau des débits réservés, le débit minimal ne doit pas être inférieur au 1/10^{ème} du module (débit moyen interannuel). Pour les cours d'eau dont le débit est supérieur à 80 m³/seconde ou les ouvrages participant à la production électrique en période de pointe, le débit ne doit pas être inférieur au 1/20^{ème} du module. Entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2014, cette disposition réduit la production des ouvrages existants.



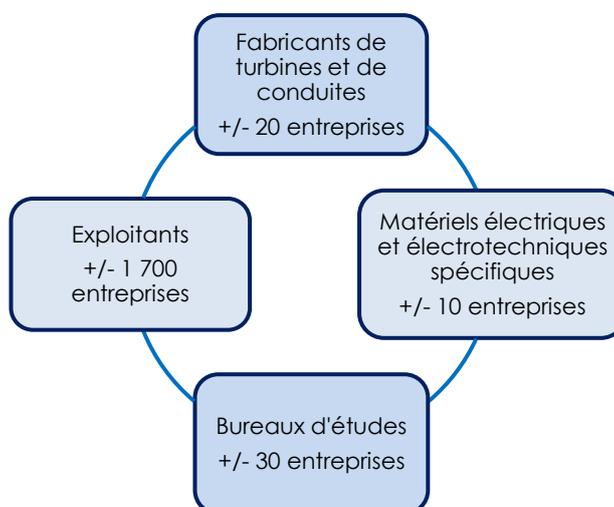
France : 2^{ème} producteur européen d'électricité d'origine hydraulique

- Selon l'IHA (International Hydropower Association), la puissance installée des barrages hydroélectriques dans le monde s'élève à 1 267 GW en 2017, l'équivalent de 4 185 TWh d'hydroélectricité produite.
- Après les « pays continents » (Chine, États-Unis, Brésil, Canada, Japon, Inde, Russie), la France est le 10^{ème} producteur d'électricité d'origine hydraulique et le 2^{ème} en Europe, derrière la Norvège (32 GW). La puissance installée en France est de l'ordre de 26 GW.
- Concernant la petite hydroélectricité, l'Italie est le premier producteur européen en 2016 avec une puissance installée de 3 028 MW, devant la France (2 065 MW) et l'Espagne (1 953 MW).



Les acteurs de la filière de l'hydraulique

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 ; Observ'ER, Le baromètre 2017 des énergies renouvelables électriques en France ; 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 l'hydroélectricité :

- **EDF** : La près puissance installée des barrages du groupe s'élève à 20 GW, pour une production de 47 TWh en 2016 (contre 42,7 TWh en 2015). Le groupe emploie 6 000 salariés sur ses activités hydroélectriques en 2016. L'investissement pour l'entretien, la rénovation et la modernisation du parc d'EDF se fait notamment au travers de programmes pluriannuels. Le programme « RenouvEau » en est un exemple avec 800 M€ affectés.
- **Engie (à travers sa filiale la SHEM)** : Le parc hydraulique du groupe est de 3,8 GW pour une production hydroélectrique de 9 TWh. La SHEM emploie 300 salariés dans ses activités hydroélectriques. Malgré une faible hydraulité, la SHEM produit 1,5 TWh d'électricité en 2016 pour un CA de 88,3 M€. Les investissements de la compagnie s'élève à 31 M€ cette même année.
- **Compagnie Nationale du Rhône (CNR)** : Hors effectifs affectés à la navigation, la CNR emploie 1 380 salariés pour ses activités liées à l'hydroélectricité. La production hydroélectrique de la compagnie (hors petites centrales) est de 15,4 TWh en 2016.

Petite hydroélectricité : EDF exploite environ 220 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 1 750 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 2016, cette dernière affiche un CA de 300 M€, dont 71,2 % à l'exportation (essentiellement des services d'ingénierie et d'études). Elle emploie plus de 1 130 salariés, dont 800 sur son site grenoblois dans la R&D, les études et l'ingénierie.

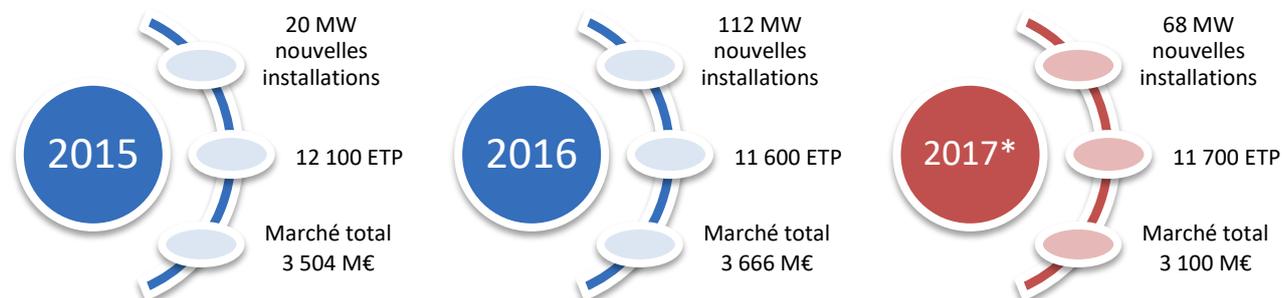
Parmi les fabricants de turbines, on peut également citer : Andritz Hydro (ex Bouvier Hydro ; CA de 42,5 M€ en 2016, dont 84,6 % lié à l'exportation), MJ2 Technologies (spécialisée dans la petite ou très petite hydroélectricité ; CA de 14,4 M€ en 2016 pour une trentaine de salariés), Hydro Power Plant (fabricant de turbines hydroélectriques de 100 kW à 15 MW par groupe), ainsi que Mecamidi (CA de 7,4 M€ en 2016 pour 40 salariés). En 2015, ce dernier 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 représente une capacité installée de 200 MW à horizon 2020.

Bureaux d'études

Dans l'ingénierie, Artelia réalise 439 M€ de CA en 2016, 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.

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Hausse de la production d'électricité hydraulique

L'année 2013 avait marqué un pic de production (71,8 TWh en données réelles). La production hydroélectrique augmente de 55,4 TWh en 2015 à 61 TWh en 2016, soit une hausse de 10 %. La production normalisée, obtenue par lissage sur 15 ans, montre une baisse tendancielle de 0,9 % par an, et cela malgré les travaux de rénovation engagés.

En 2016, la valeur des ventes d'électricité s'élève à 3 Mds€ (en hausse de 10,3 % par rapport à 2015), dont 445 M€ pour la petite hydroélectricité avec un coût moyen d'achat retenu par la CRE de 74,7 €/MWh.

La valeur de la production hydroélectrique d'EDF (environ 39,6 TWh en 2016) n'est pas connue. Elle est estimée à 1 822,4 M€ à partir du prix moyen publié par la CNR. Le prix retenu tient compte des productions respectives en base et en pointe, ainsi que du différentiel de prix entre les deux marchés. La CNR vend 14,5 TWh d'électricité hydraulique en 2016 pour une valeur globale de 691,5 M€.

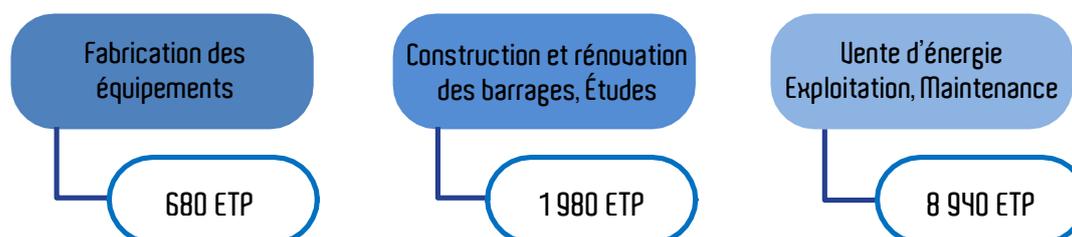
Investissements de 636 millions d'euros en 2016

Les investissements dans la filière hydroélectrique sont principalement consacrés aux rénovations et à la modernisation. En hausse depuis 2011, ils reculent en 2016 de 13,2 % par rapport à 2015. En 2016, ils permettent l'installation de 112 MW supplémentaires pour un montant de 636 M€ investis. 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 2 450 emplois

En 2016, 2 450 emplois sont associés à ces investissements, dont 1 980 ETP pour le génie civil (construction et installation, études préalables comprises), et 680 ETP pour la fabrication des équipements (dont 210 ETP pour les équipements destinés à l'export). Ces emplois suivent la tendance des investissements, en baisse de 13,6 % entre 2015 et 2016.

Plus de trois-quarts des emplois de la filière hydroélectrique dans la production d'énergie



Les emplois liés à l'exploitation et la vente d'électricité (y.c. maintenance courante, hors ingénierie) sont estimés à 8 940 ETP en 2016 (2 160 dans la petite hydroélectricité et 6 780 dans la grande hydroélectricité). Ces emplois sont principalement des emplois d'EDF et restent stables, mais pourraient être réduits suite au plan de réduction des effectifs annoncé par EDF. Au global, les emplois diminuent de 4,1 % entre 2015 (12 100 ETP) et 2016 (11 600 ETP).

Prévisions et tendances 2017

Après une baisse en 2016, les investissements repartent très légèrement à la hausse en 2017 et atteignent 639 M€. Les emplois associés aux investissements (fabrication des équipements, génie civil et ingénierie) s'élèvent à 2 490 ETP.

Compte-tenu de ces investissements, la production nette normalisée d'hydroélectricité pour 2017 est estimée à 60,0 TWh pour une valeur de 2,4 Mds€ (exploitation-maintenance et vente d'énergie). Les emplois associés progressent de 1,8 % et atteignent 9 100 ETP.

Au total, l'ensemble des emplois de la filière hydroélectrique s'élèvent à 11 700 ETP en 2017.

Initié par les grands opérateurs, le récent plan de relance de l'hydroélectricité met l'accent non seulement sur les 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 sur 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^{er} janvier 2016, les appels d'offres sont devenus obligatoires pour les installations de plus de 1 MW qui souhaitent bénéficier d'un complément de rémunération. Le 1^{er} appel d'offres est lancé en avril 2016, d'autres sont prévus régulièrement. Les résultats de la 1^{ère} période du dernier appel d'offres (lancé en avril 2017) sont annoncés le 23 août. L'objectif visé de 35 MW de développement de nouveaux projets est atteint avec 14 lauréats pour une puissance totale de 36,9 MW. L'appel d'offres se découpe en 3 périodes et vise au total le développement de 105 MW de nouvelles petites centrales hydroélectriques.

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)	Haute chute	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.

Objectifs 2018 de la PPE (hors STEP) déjà atteints

Les objectifs la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie sont de 25 300 MW pour la puissance en service en 2018, et de 25 800 MW (hypothèse basse) à 26 050 MW (hypothèse haute) pour 2023. Avec une puissance installée dépassant légèrement 25 580 MW en 2016, l'objectif 2018 est atteint.

Les objectifs en termes d'énergie renouvelable (hors Station de Transfert d'Énergie par Pompage ; STEP) produite en année moyenne sont de 61 TWh en 2018, et de 63 à 64 TWh en 2023 selon les hypothèses.

D'autres objectifs sont cités dans la PPE : engagement de projets de stockage sous forme de stations de transfert d'électricité par pompage en vue d'un développement de 1 à 2 GW de capacités entre 2025 et 2030 ; maintien de la capacité de flexibilité de la filière hydraulique.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	17	7	18	61	147	131	174	186	190	183	160	170
Importations des équipements	23	43	33	27	28	33	26	30	27	36	31	21
Construction des infrastructures	95	117	119	205	410	382	468	504	507	513	445	447
Total des investissements	136	167	171	293	586	546	669	720	724	733	636	639
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	2 515	2 624	4 153	3 337	3 653	2 758	3 253	3 678	3 051	2 681	2 958	2 417
Marché domestique *	2 651	2 791	4 324	3 630	4 239	3 304	3 922	4 398	3 775	3 414	3 594	3 056
Exportations												
Equipements	45	63	91	58	78	126	117	72	76	91	72	44
Marché total **	2 696	2 854	4 415	3 689	4 317	3 430	4 039	4 470	3 851	3 504	3 666	3 100
Production **	2 672	2 811	4 382	3 661	4 289	3 397	4 013	4 440	3 824	3 468	3 636	3 079

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	80	30	90	270	530	440	640	740	750	630	470	440
Construction et installation	350	430	460	810	1 650	1 480	1 850	2 080	2 120	2 210	1 980	2 050
Total	430	460	550	1 080	2 170	1 920	2 490	2 820	2 870	2 840	2 450	2 490
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	7 610	8 020	8 380	8 200	8 230	8 290	8 860	9 120	8 980	8 950	8 940	9 100
Liés au marché domestique	8 040	8 480	8 920	9 280	10 410	10 210	11 350	11 940	11 860	11 790	11 390	11 590
Liés aux exportations	200	290	420	260	280	420	430	290	300	310	210	110
Total des emplois	8 240	8 770	9 350	9 540	10 690	10 630	11 780	12 230	12 160	12 100	11 600	11 700

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	2017p
Nouvelle puissance installée (MW)	12	12	25	50	85	95	44	75	20	20	112	68
Parc en fin d'année (MW)*	25 358	25 609	25 581	25 688	25 516	25 516	25 504	25 520	25 527	25 537	25 586	25 634
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
Production nette réelle (TWh)	56,8	58,1	64,1	57,2	63,1	45,1	59,7	71,8	63,8	55,4	61,0	50,0
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
Production nette normalisée (TWh)	66,1	65,3	65,4	64,3	64,1	62,5	62,1	62,7	62,0	61,2	60,8	60,0

* 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, du fait de l'arrêt de certaines installations (déclassement, rénovation).

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 informations, les séries sont légèrement modifiées par rapport à ceux de l'édition précédente.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Marché intérieur (M€)			
Petite hydroélectricité <10 MW	Nouvelles puissance x Prix		
Prix unitaire (M€/MW)	3 M€/MW	GPAE	**
Nouvelles puissances (MW)		Estimation selon SDES	**
Grande hydroélectricité >10 MW (M€)	Programmes d'investissement	Communiqués/rapports EDF, CNR et Engie (SHEM)	**
Décomposition du marché intérieur (M€)			
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	**
Marché des équipements (M€)			
Importation, Exportation (M€)	Marché intérieur + Exportation - Importation	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	***
Production d'hydroélectricité (MWh)			
Production brute (MWh)		SDES, Tableaux de bord hydraulique	***
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	**
Prix de l'hydroélectricité (€/MWh)			
Petite hydroélectricité (€/MWh)	Coût d'achat unitaire	CRE, Délibérations sur la CSPE, Annexes 1	***
Grande hydroélectricité (€/MWh)		CNR, Rapports d'activité CRE, Observatoire des marchés de gros	**
Emplois (ETP)			
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 71.12B	**
Génie civil (ETP)	Génie civil M€ x ratio [Production-Sous-traitance-Marges/Effectifs]	2006 à 2008 : CN, Eurostat 2009 à 2015 : ESANE, NAF 42.22Z	**
Vente d'électricité, exploitation-maintenance (ETP)		Communiqués/rapports EDF, CNR et Engie (SHEM)	**



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/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 associés (ETP).

Investissements domestiques (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 hydraulique proviennent des communiqués et rapports des trois exploitants principaux : EDF, Engie (via SDEM) et la CNR. Pour la petite hydroélectricité, les investissements sont estimés selon les données issues du SDES et des coûts cités par le Groupement des Producteurs Autonomes d'Électricité hydraulique (GPAE).

L'équilibre sur le marché des équipements est reconstitué en prenant compte des données sur le 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 centrales.

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

Estimation des emplois

Les emplois sont estimés selon des ratios [Production/Emploi] issus de la Comptabilité nationale ou de la base ESANE pour les NAF correspondantes.

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.

3. Photovoltaïque

Points clés

Baisse des investissements en 2016

Le marché du photovoltaïque s'est profondément transformé depuis la chute des tarifs d'achat de 2011. Le marché résidentiel s'est effacé au profit d'un marché de grandes toitures et de 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 à une forte réduction des emplois générés après 2011 (étude ADEME BIPS 2015).

Après deux années relativement favorables aux investissements photovoltaïques en 2014 et 2015, l'année 2016 est marquée par une baisse importante de la puissance installée, se traduisant par un recul de 10 % du marché total et de 30 % des emplois entre 2015 et 2016, avant un rebond significatif en 2017.

- 10 %

Evolution du marché en 2016

6 % des emplois

Des filières EnR étudiées

15 % des marchés

Des filières EnR étudiées

Tendances observées 2014-2016

Puissance installée annuelle (MW) ↘

Puissance totale raccordée (MW) ↘

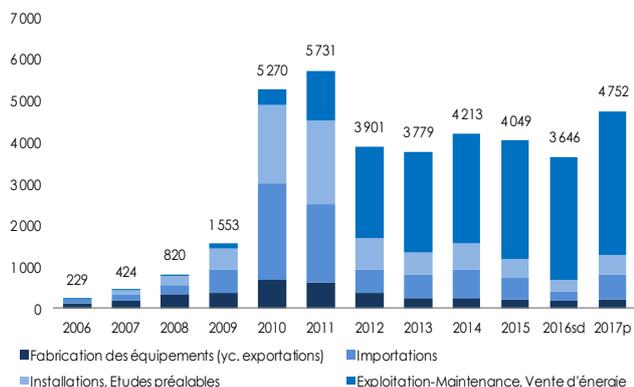
Investissements domestiques (M€) ↘

Emplois liés aux investissements (ETP) ↘

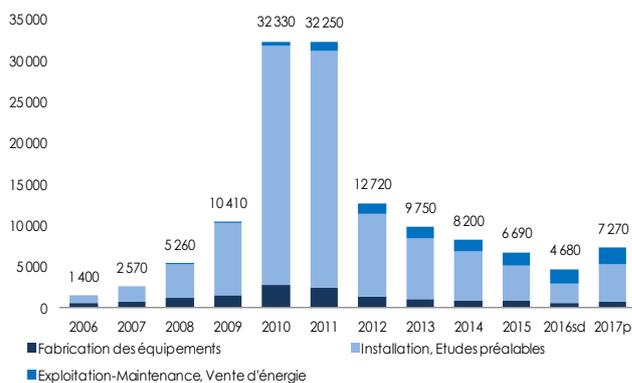
Marché total (M€) ↘

Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) ↗

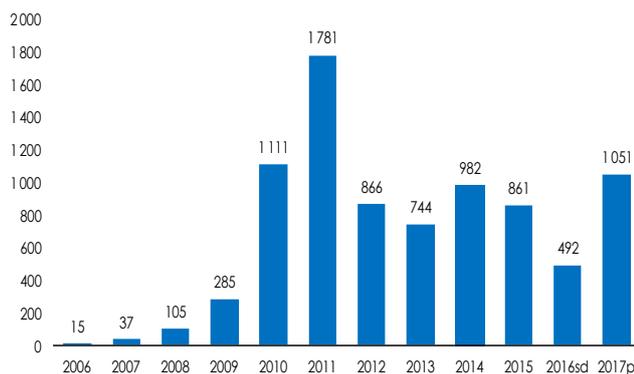
Marchés liés au photovoltaïque (M€)



Emplois associés au photovoltaïque (ETP)

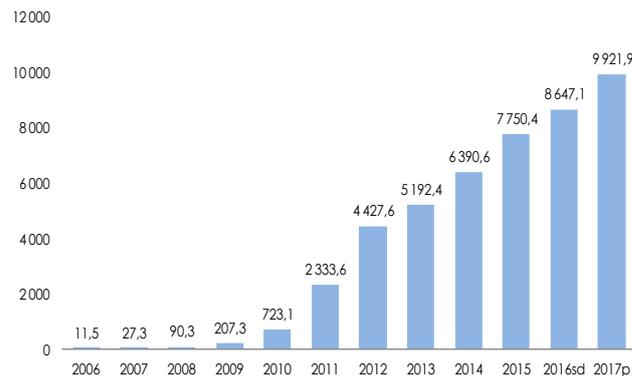


Nouvelles installations (MW) *



(*) Compte tenu des files d'attente et des délais de construction, les installations sont différentes des raccordements (887 MW en 2017).

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 photovoltaïque : ne sont pas inclus les emplois indirects, tels que fournisseurs des fabricants. En 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

- Fabrication d'équipements**
- Distribution**
- Construction, Installation**
- Production d'énergie**

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

Contexte réglementaire

Fin des crédits d'impôt aux particuliers

Mis en place en 2006 par l'Etat pour les installations particulières, le Crédit d'Impôt Développement Durable (CIDD) est réduit en 2011 et 2012, puis supprimé en 2014. Les coûts de matériel conservent un taux réduit de TVA de 10 % pour les installations résidentielles de moins de 3kWc.

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

Pour les installations de moins de 100 kWc, 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 pour une période de 20 ans. Chaque trimestre, les tarifs d'achat font l'objet d'un ajustement qui prend en compte les projets en files d'attente.

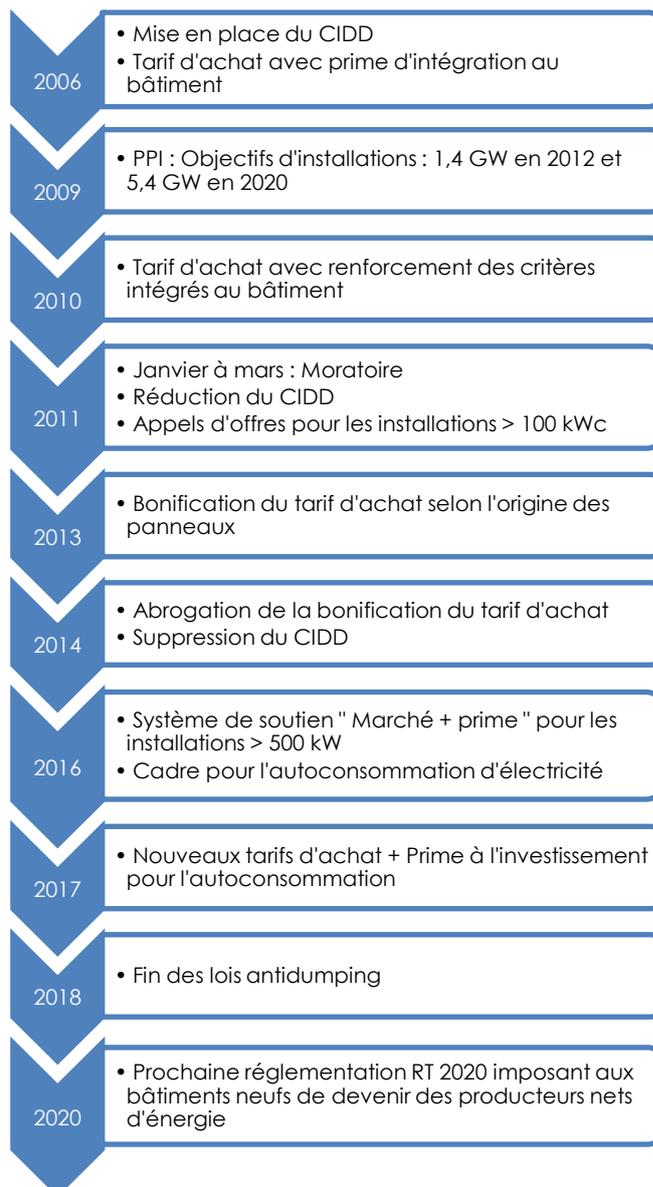
L'arrêté tarifaire du 9 mai 2017 modifie le calcul des tarifs d'achat et instaure un mécanisme de soutien spécifique pour les installations en autoconsommation : une prime à l'investissement et un tarif d'achat pour la vente des surplus d'électricité. Le tarif préférentiel pour l'intégration au bâti a été réduit jusqu'à disparition complète en octobre 2018.

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. Chaque candidat propose un prix de production pour son installation. Depuis 2016, les installations de plus de 500 kW bénéficient d'un contrat de complément de rémunération, alors que les installations avec une puissance comprise entre 100 kW et 500 kW continuent à bénéficier d'un contrat d'achat. Les deux modes de rémunération sont indexés annuellement sur toute la durée des contrats.

Fin des droits antidumping pour la protection des fabricants nationaux.

Des mesures antidumping sont instituées en 2013 par la Commission Européenne pour une durée de 5 ans et reconduites en 2017 pour une durée de 18 mois. Ces mesures prévoyaient un prix minimum de vente pour les panneaux en provenance de Chine sur le sol européen. En septembre 2018, la Commission Européenne décide de ne pas réexaminer ces mesures, conduisant ainsi à leur expiration.



Photovoltaïque dans le monde : la Chine en tête du marché

En 2016, 303 GW sont installés dans le monde, dont 76 GW de nouvelles installations pour la seule année 2016. Cette même année, la Chine se place largement en tête du marché mondial du photovoltaïque, avec 35 GW raccordés dans l'année, portant son parc à 78 GW, devant l'Asie-Pacifique (70 GW), les Amériques (47 GW) et l'Allemagne (41GW ; EurObserv'ER 2017 et EPIA).

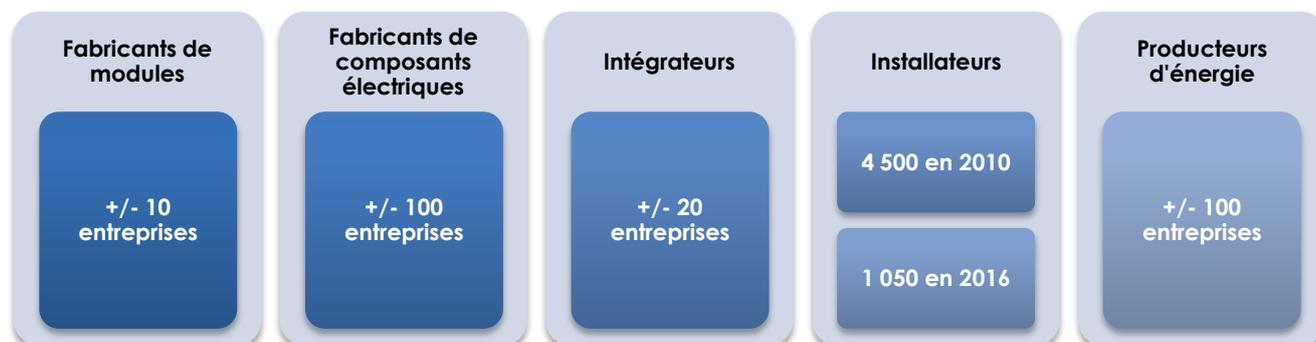
En 2016, 94,6 GW sont installés en Europe, produisant 102 TWh. L'Allemagne reste en tête des puissances installées, mais le Royaume-Uni porte le marché le plus actif sur l'année 2016, avec 2,4 GW supplémentaire.

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) et des cellules. Ces entreprises bénéficient de positions relativement favorables sur des marchés très exposés à l'international (ECM Technologies, Apollon Solar, Eolite System).

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 : +/- 10 entreprises

En raison de la concurrence accrue sur le marché mondial des modules, les années 2012 et 2013 sont difficiles pour les fabricants français et conduisent à plusieurs liquidations.

Une dizaine de PME françaises poursuit une activité de fabrication de modules (souvent à partir de cellules importées), telles que Reden-Solar (ex-Fonroche), Recom-Sillia, et Systovi entre autres. EDF participe à cette activité à travers sa filiale EDF EnR PWT. La capacité de production française est estimée à 820 MW. Ces entreprises emploient au total entre 600 et 800 personnes.

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 (Imerys TC, Terreal, SAPA, Schüco, Saint-Gobain).

Intégrateurs et assembleurs : une vingtaine d'entreprises

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

Installateurs : de 4 500 entreprises en 2010 à 1 050 en 2016

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. En 2016, environ 1 050 installateurs possèdent une qualification liée au photovoltaïque (Quali'PV et autres), contre plus de 4 500 en 2010.

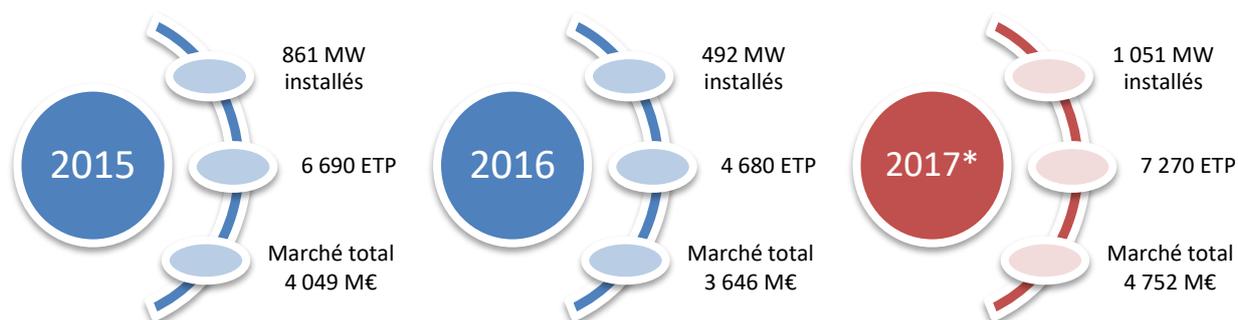
Producteurs d'énergie : +/- 100 entreprises

À côté des généralistes tels EDF (via sa filiale EDF Renouvelables), ENGIE et Total, une petite centaine d'entreprises (Urbasolar, Quadran, Solairedirect, Enercoop, Voltalia...) montent et exploitent des projets de centrales photovoltaïques.

Stockage +/- 10 entreprises

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

Situation et perspectives 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 entre 2009 et 2012. Depuis 2013, les économies d'échelle engendrées par la hausse de la puissance moyenne des installations accélèrent la baisse des prix. Le coût des installations résidentielles intégrées au bâti de moins de 3 kWc diminue de moitié entre 2009 (6,9 €/Wc) et 2016 (2,48 €/Wc). Le prix du Wc installé sur grande toiture passe de 6,4 €/Wc en 2009 à 1,45 €/Wc en 2016⁵. Pour les centrales au sol (avec une puissance supérieure à 250 kW), le prix passe de 5,24 €/Wc à 1,05 €/Wc pour sur la même période.

Marché orienté vers les centrales au sol

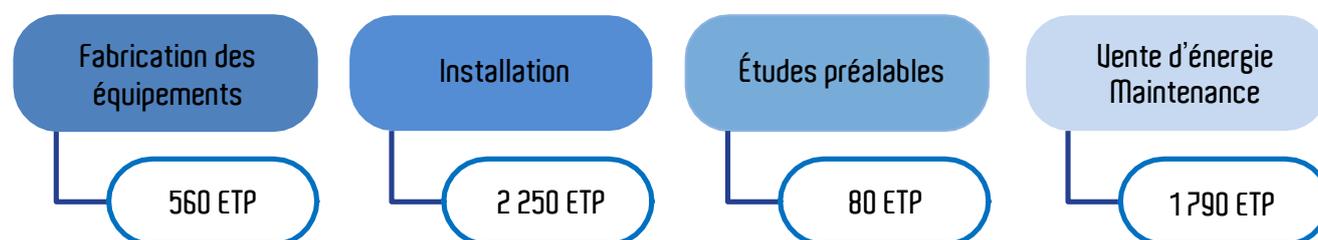
L'année 2016 a vu un net ralentissement des capacités photovoltaïques installées avec seulement 558 MW raccordés, soit une baisse des capacités installées de 36,5 % par rapport à 2015. Le marché se développe au bénéfice des centrales au sol et des très grandes toitures ou ombrières de parking. Les installations de plus de 250 kWc représentent 63 % des raccordements en 2016, contre 31 % en 2010. La centrale photovoltaïque de Cestas (près de Bordeaux), la plus grande d'Europe, possède une puissance totale de 300 MWc, dont 230 MW raccordés en 2015.

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 (80 % des installations résidentielles). Mais la RT2012 semble également pousser à n'installer que la puissance minimale, soient 1 ou 2 kWc dans certains cas.

En 2016, le marché total du photovoltaïque est estimé à 3,6 Mds€, en baisse de 10 % par rapport à 2015 sous l'effet conjugué de la baisse des prix et des quantités installées. Le recul du marché concerne les investissements, qui passent de 1,1 Mds€ en 2015 à 0,6 Mds€ en 2016 (soit -41,7 %).

La production d'électricité photovoltaïque s'élève à 8,6 TWh en 2016. Sur la base des prix de l'obligation d'achat, la valeur de l'électricité injectée sur le réseau est estimée à 3 Mds€ en 2016 (contre 2,9 Mds€ en 2015).

Baisse des emplois de la filière



L'ensemble des emplois suit la même tendance que les marchés : 4 680 ETP en 2016, contre 6 690 ETP en 2015 (soit -30 %), le recul portant essentiellement sur les installations (près de 2 000 emplois en moins). Les emplois correspondant à la production d'énergie sont quant à eux estimés à 1 790 ETP en 2016.

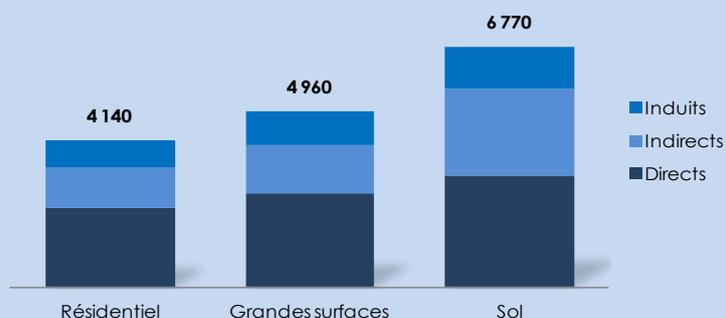
La chute des emplois observée depuis 2012 porte sur l'activité d'installation, maillon de la filière constituant le principal vivier d'emplois. Cette baisse est la conséquence du recul des puissances raccordées, mais aussi de la transformation du marché en faveur des centrales au sol. Au plus fort de la bulle en 2010, l'installation de systèmes photovoltaïques générait 29 200 emplois. Les emplois industriels dans la fabrication de modules et des éléments de structure (y compris ceux destinés à l'exportation) sont estimés à 560 ETP en 2016 (hors installation).

⁵ Référence des prix 2015 : ADEME-Enerplan, Étude « Mise à jour de l'étude BIPS ». La différence entre les deux rapports provient d'une grande baisse des prix des installations en grande toiture.

Filière photovoltaïque française : 16 500 emplois directs, indirects et induits en 2014

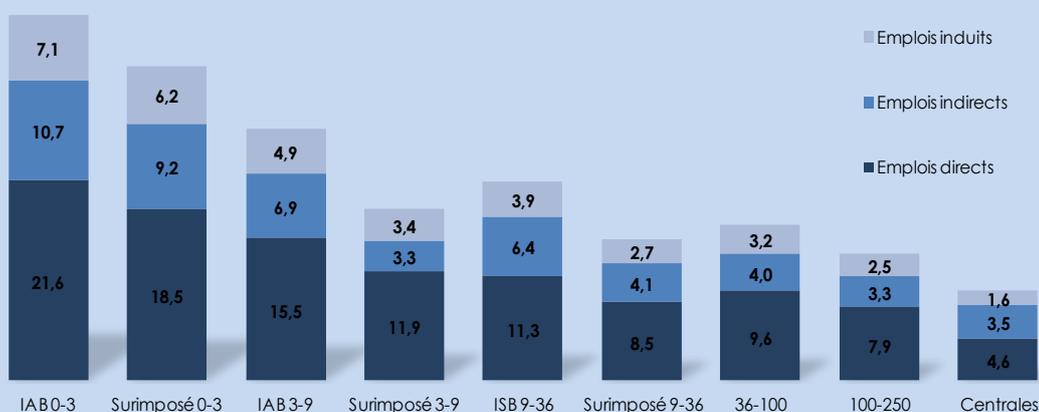
En septembre 2015, l'ADEME publie une étude consacrée à la filière photovoltaïque dressant un état des lieux de la filière en France en 2014. Celle-ci présente notamment des estimations des marchés correspondant aux différentes catégories d'installation en les distinguant selon leur taille et la technologie de pose (hors centrales au sol, intégré au bâti, intégré simplifié ou surimposé), ainsi que des emplois associés. La présente édition de l'étude « Marchés et emplois » s'appuie sur les résultats de cette étude.

Emplois directs, indirects et induits de la filière photovoltaïque en 2014 (ETP)



Les données de marché produites dans l'étude ADEME 2015 résultent d'une approche combinant les réponses à une enquête auprès des acteurs de la filière photovoltaïque en France et l'utilisation d'un modèle de décomposition de la filière économique permettant d'estimer la production de valeur à chaque maillon de la chaîne de valeur, ainsi que les emplois directs, indirects et induits associés. Au total, ce sont **15 900 emplois directs, indirects et induits**, qui sont associés à la production française réalisée sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière photovoltaïque en 2014 (**16 500 emplois** en incluant les équipementiers). Aux 8 040 emplois directs liés aux investissements et à la maintenance, s'ajoutent 4 950 emplois indirects et 2 980 emplois induits.

Ratios d'emplois directs, indirects et induits de la filière photovoltaïque en 2014 (ETP/MW)



Reprise des raccordements et des installations en 2017

En 2017, le niveau des raccordements est en hausse de 57 % par rapport à 2016, passant de 558 MW à 876 MW. Compte tenu des délais de raccordements, le niveau des installations se situe à 1 GW en 2017, plus du double par rapport à 2016 (année du plus bas niveau observé depuis 2010). On peut y voir l'aboutissement des politiques d'appels d'offres et l'effet de la publication de la politique tarifaire, avec la prise en compte de l'autoconsommation. Les nouveaux raccordements concernent en priorité le Sud de la France.

De même que les raccordements, les investissements domestiques affichent une nette reprise, avec 1,3 Mds€ en 2017 pour 5 220 ETP. La vente d'énergie s'élèverait à 3,5 Md€ pour une production électrique de 9,9 TWh, et générerait 2 010 ETP. En incluant les exportations, le marché total est estimé à 4,7 Mds€ et les emplois associés à 7 270 ETP.

Perspectives liées aux appels d'offre et à l'autoconsommation

Le soutien public repose à la fois sur un tarif d'achat en guichet ouvert pour les petites puissances et sur des appels d'offres, ceux-ci étant lancés séparément selon les segments de marché pour les grandes puissances.

Les nouveaux appels d'offres tri-annuels couvrent la période de 2017 à 2020 :

- Un appel d'offres d'un volume de 4 000 MWc pour centrales solaires au sol est lancé en 2016. Les nouvelles capacités sont réparties en six tranches de candidature de 500 MW, espacées chacune de six mois. Les tranches de puissance sont revues et les deux prochaines périodes de candidatures porteront sur un volume de 850 MW chacune.
- Un appel d'offres d'un volume de 1 350 MWc de centrales solaires sur bâtiments, serres, hangars agricoles et ombrières de parking est lancé le 9 septembre 2016. Les nouvelles capacités sont réparties par tranches de candidature initialement prévues de 150 MW, espacées chacune de quatre mois. La sixième période de candidature portera sur une puissance augmentée à 300 MW.

Les 103 lauréats de la quatrième période de l'appel d'offres au sol sont désignés le 6 août 2018, pour un volume total de 720 MW et un prix moyen de 58,2 €/MWh pour l'ensemble des projets, les projets de plus de 5MWc proposant un prix moyen de 52 €/MWh.

Les tarifs proposés sont en baisse sensible depuis la première période des appels d'offres attribués en mars 2017 : -17 % pour les centrales au sol de plus de 5MWc, -18 % pour l'ensemble des projets.

À l'avenir, l'autoconsommation est amenée à se développer. En effet, la baisse du coût de l'électricité solaire la rend compétitive avec le prix de vente au détail de l'électricité du réseau. Deux appels d'offres dédiés à l'expérimentation de l'autoconsommation sont lancés en 2016 pour des installations de 100 kW à 500 kWc et ouverts à toutes les technologies renouvelables. ENEDIS annonce 20 000 ménages équipés pour produire leur propre électricité fin 2017.

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. Le budget public pour la recherche et le développement des agences nationales (ADEME, ANR et Bpifrance) s'élève à 3 M€ pour 2015. En février 2017, la ministre en charge de l'énergie annonce le lancement d'un appel d'offres pour le développement de technologies solaires innovantes pour une puissance de 210 MWc sur 4 secteurs d'innovation : les composants, le système électrique, l'optimisation de l'exploitation d'une centrale, et l'agrivoltaïsme.

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).

Objectifs 2018-2023 de la PPE

En matière de production d'électricité issue du photovoltaïque, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie de 2016 fixe un objectif de 10 200 MW pour 2018 et un objectif situé entre 18 200 MW (option basse) et 20 200 MW (option haute) pour 2023.

Résultats détaillés

Marchés liés au photovoltaïque

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Investissements												
Équipements fabriqués en France	30	62	253	333	620	570	335	252	241	183	160	197
Importations des équipements	72	169	216	566	2 336	1 902	569	553	687	526	240	592
Installation, Études préalables	24	72	228	522	1 868	2 013	764	544	627	425	261	469
Distribution	0	0	113	364	1 100	0	0	0	0	0	0	0
Total des investissements	126	303	810	1 785	5 924	4 484	1 668	1 350	1 555	1 135	662	1 259
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	1	4	32	100	381	1 202	2 211	2 422	2 648	2 871	2 969	3 482
Marché domestique	127	307	842	1 884	6 305	5 687	3 879	3 772	4 203	4 006	3 631	4 741
Exportations												
Équipements	102	117	91	33	64	45	22	7	10	42	15	12
Marché total	229	424	933	1 917	6 370	5 731	3 901	3 779	4 213	4 049	3 646	4 752
Production	157	255	717	1 351	4 034	3 829	3 332	3 226	3 527	3 523	3 406	4 161

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	130	240	890	1 290	2 410	2 210	1 250	1 010	870	630	510	700
Installation	790	1 810	3 780	8 240	26 920	26 140	9 210	7 150	5 580	4 120	2 250	4 360
Études préalables	30	70	250	610	2 290	2 690	870	220	290	150	80	150
Total	960	2 120	4 920	10 130	31 610	31 030	11 320	8 380	6 740	4 900	2 840	5 220
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	0	0	30	150	460	1 050	1 310	1 350	1 420	1 640	1 790	2 010
Liés au marché domestique	960	2 120	4 940	10 280	32 080	32 080	12 640	9 730	8 160	6 550	4 630	7 230
Liés aux exportations	450	450	320	130	250	170	80	30	40	150	50	40
Total des emplois	1 400	2 570	5 260	10 410	32 330	32 250	12 720	9 750	8 200	6 690	4 680	7 270

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	2017p
Puissances installées dans l'année	15	37	105	285	1 111	1 781	866	744	982	861	492	1 051
Puissance raccordée dans l'année	7	17	67	256	880	1 634	1 078	613	927	879	558	876
Puissance en service en fin d'année	40	67	156	397	1 472	2 971	3 815	4 794	5 776	6 637	7 129	8 180
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	9 921,9

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

Note : Suite à une révision des données du SDES sur les raccordements trimestriels, les séries présentées cette année sont légèrement différentes de celles de l'édition précédente.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Investissements (M€)	Prix €/W X Puissance installée par segment (résidentiel, tertiaire, centrales au sol)		
Nouvelles puissances (MW)		SDES, Tableau de bord PV	**
Prix (€/W)		AIE ; SER ADEME (2017), Étude BIPS	**
Fabrication des modules (M€)			
Prix des modules (€/W)		AIE ; SER ADEME (2017), Étude BIPS	***
Exportations (M€)		Comptes des entreprises Eurostat, Produit 85.41.40.90	**
Fabrication (M€)		Comptes des entreprises	**
Importations (M€)	Par solde : Marché intérieur + Exportations – Fabrication	Hypothèse In Numeri	**
Structures (M€)			
Investissements (M€)	% du coût total	AIE ; SER ; ITRPV	***
Importations (M€)	% des importations	SER	**
Fabrication (M€)	Investissements - Importations	Hypothèse In Numeri	*
BOS, Onduleurs (M€)			
Investissements (M€)	% du coût total	AIE ; SER ; ITRPV	***
Importations (M€)	% des importations	SER	**
Fabrication (M€)	Investissements - Importations	Hypothèse In Numeri	*
Installation, Études (M€)	% du coût total	Estimation à partir de SER 2011	**
Vente énergie (M€)	Électricité vendue GWh x Prix €/W		***
Électricité vendue (GWh)		SDES ; CRE	***
Prix (M€/MW)		CRE, Délibérations sur les CSPE	***
Emplois (ETP)			
Fabrication des modules/cellules (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	ADEME (2017), Étude BIPS	**
Fabrication du 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 25.11Z, 23.32Z et 24.20Z	**
Installation (ETP)	Installations MW x ratio [MW/Emploi]	SER ; ESANE, NAF 43.21A	**
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	**

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.

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 est estimé à partir des données de l'AIE, du SER et de l'ITRPV (International Technology Roadmap for Photovoltaic). 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].

4. Bois domestique

Points clés

Recul des ventes d'appareils entre 2014 et 2016

Avec la baisse du prix du baril de pétrole et la succession d'hivers doux, les ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois reculent de 433 335 appareils en 2014 à 346 070 en 2016 (-20,1 %).

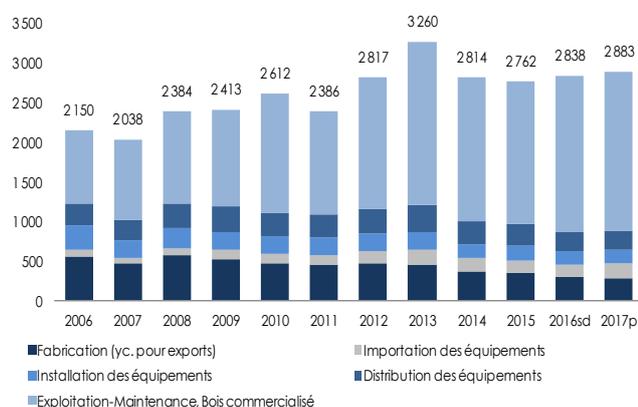
En 2016, le marché des appareils de chauffage au bois pour un usage domestique représente 2,8 Mds€, en très légère hausse de 0,9 % par rapport à 2014. Les emplois associés s'établissent à 14 220 ETP, dont 7 370 ETP pour la production de bois domestique commercialisé, 260 ETP pour la maintenance des appareils, et 6 590 ETP pour la fabrication (y.c destinés à l'export), la distribution et la pose.



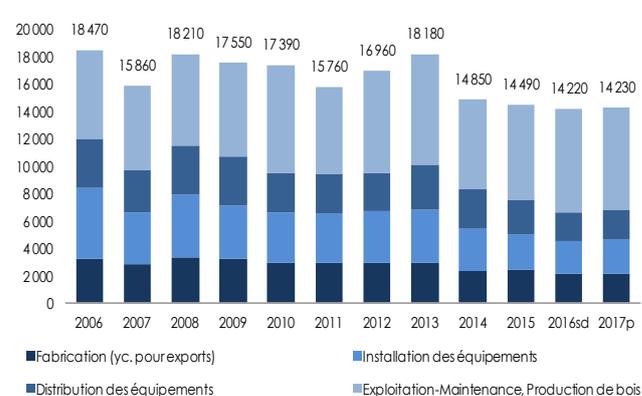
Tendances observées 2014-2016



Marchés liés au bois domestique (M€)



Emplois associés au bois domestiques (ETP)



Ventes de bois domestiques (M€) ; Prix de vente (€/tep)



Consommation de bois domestique (ktep)



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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Équipement

Fabricants de poêles, de foyers et d'inserts, de chaudières et de cuisinières

Distribution

Ventes en grandes surfaces de bricolage, revendeurs et installateurs

Installation

Artisans qualifiés Reconnu Garant de l'Environnement (RGE)

Bois

Production de bois de bûches et de granulés marchands pour les particuliers

Maintenance

Entretien, réparation



Contexte réglementaire

Aides réservées aux appareils performants depuis le 1er janvier 2016

La Loi n° 2011-1977 du 28 décembre 2011 des Finances prolonge jusqu'en 2015 le dispositif du crédit d'impôt lié aux dépenses d'équipement visant l'amélioration de la qualité environnementale des habitations.

Le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) s'applique sur les dépenses en matériel éligible. Le taux est fixé à 30 % de la dépense, sans obligation de réaliser un bouquet de travaux.

Depuis le 1^{er} janvier 2016, le CITE est disponible uniquement pour les appareils répondant aux exigences du label Flamme Verte. Créé en 2000 et géré par le SER (Syndicat des Energies Renouvelables), ce label regroupe plus de 60 entreprises signataires des chartes d'engagement « appareils indépendants » et « chaudières ». Avec un bon usage de l'appareil et du bois de qualité, les appareils labellisés Flamme Verte émettent jusqu'à 30 fois moins de particules que les foyers ouverts et les foyers anciens.

Au 1^{er} janvier 2018, la classe 5 étoiles du label Flamme Verte est supprimée. Dorénavant, pour bénéficier du crédit d'impôt, le rendement des appareils indépendants doit être supérieur ou égal à 75 % et la concentration en monoxyde de carbone inférieure à 0,2 % pour le bois bûche. Pour les granulés, le rendement doit être supérieur ou égal à 86 % et la concentration en monoxyde de carbone inférieure à 0,04 %. Pour les chaudières manuelles et automatiques, le rendement doit être supérieur à 88 %.

L'installation d'un appareil de chauffage au bois est également éligible à l'Éco-PTZ (prêt à taux zéro), cumulable avec le crédit d'impôt à condition de l'inscrire dans un bouquet de travaux.

Plans de qualité de l'air : aides et contraintes associées

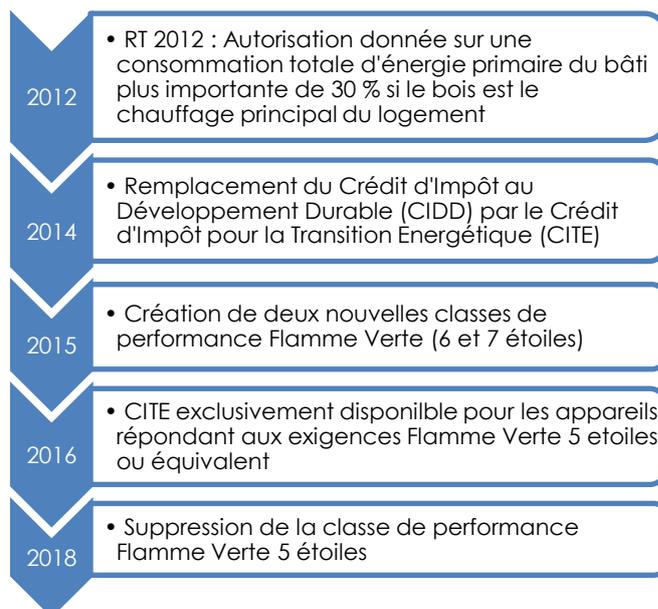
La mise en place des plans de qualité de l'air impose de nouvelles contraintes. À l'instar de l'expérimentation de renouvellement des installations individuelles de combustion au bois menée depuis 2013 sur 4 ans au sein du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), l'aide du Fonds Air-Bois porté par l'ADEME vise à réduire les émissions de particules du chauffage au bois individuel dans les PPA. Pour bénéficier de cette aide, les appareils non performant de chauffage au bois (foyers ouverts et fermés d'avant 2002) doivent être remplacés par des appareils très performants labellisés Flamme Verte 7 étoiles ou être enregistrés dans le registre de l'ADEME des appareils équivalents. Le montant de l'aide et les conditions d'attribution varient selon les territoires.

Réglementation européenne favorisant les appareils performants

Deux règlements européens relatifs à l'éco-conception des chaudières à combustibles solides de moins de 500 kW et des appareils de chauffage indépendants au bois sont votés. Cette nouvelle réglementation permet de limiter dans les années à venir la mise sur le marché des appareils moins performants (tant sur le plan énergétique que sur celui de la qualité de l'air).

Labels Qualit'EnR et Qualibat : certifications 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 gérée par Qualit'EnR (Qualibois) intègre les appareils de chauffage indépendants à travers le module de formation spécifique « Qualibois Air ». 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 de la filière du bois domestique

En 2017, la production européenne d'appareils à combustibles solides (poêle, chaudière à foyer, insert) s'élève à 1,1 Mds€. Avec 138,7 M€, le marché français est le 2^{ème} marché européen, après l'Italie (250,9 M€) et avant la Hongrie (84,2 M€).

Source : Eurostat

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 et SA Godin, avec un CA global de 102 M€ en 2016 pour près de 730 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 juin 2016.

Industries connexes à la fabrication d'appareils

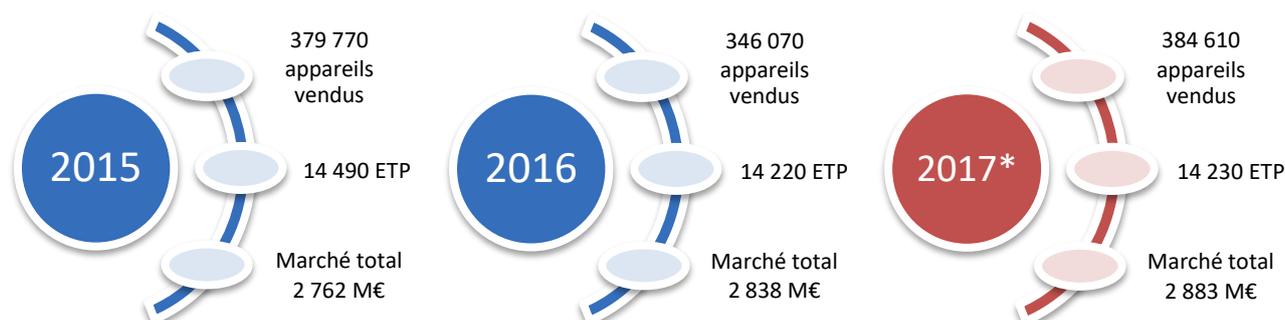
Bien que les plus grands fabricants aient intégré l'activité de fonderie, certains font appel à des sous-traitants pour la fabrication des corps de chauffe en fonte. Les principales entreprises intervenantes sont la Fonte Ardennaise (CA de 125,9 M€ en 2016 et 730 salariés) et la Fonderie de Niederbronn (26,8 M€ de CA et 180 salariés en 2016).

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 2016, 30 % 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 (37 %), des grossistes (15 %) et des ventes directes (2 %). Les réseaux d'installateurs augmentent (16 %), notamment grâce au segment des poêles et des inserts (Observ'ER).

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Recul des ventes d'appareils de chauffage au bois

Avec 346 070 appareils vendus en 2016, les ventes d'appareil de chauffage au bois reculent de 8,9 % par rapport à 2015. Ce recul concerne l'ensemble des segments du marché : -17,6 % pour les foyers et inserts, -5,4 % pour les poêles, -13,8 % pour les chaudières et -12,6 % pour les cuisinières. La baisse des ventes d'appareils de chauffage au bois est à rapprocher de la baisse du prix du gaz et à la douceur des hivers.

En 2016, les investissements domestiques se situent à 826 M€, en recul de 10,5 % par rapport à 2015. La fabrication française d'appareils domestique de chauffage au bois est évaluée à 304 M€, dont 270 M€ pour le marché intérieur et 34 M€ pour les exportations. Le chiffre d'affaire associé à l'installation est de 164 M€ et celui de la distribution de 234 M€.

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

Les poêles à bûches représentent désormais 72,6 % du nombre d'appareils de chauffage au bois vendus en France, contre 38,8 % en 2006. Cette progression se fait au détriment des foyers fermés et inserts, dont la chute se poursuit : 80 700 unités vendues en 2016, contre plus de 281 560 en 2006.

Observ'ER estime le nombre d'appareils posés dans l'habitat neuf à plus de 44 560 unités en 2016, soit 14 % 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.

Hausse des emplois de ventes de bois marchands et de maintenance



En 2016, les emplois de fabrication des appareils de chauffage au bois sont répartis entre la fabrication pour le marché intérieur (1 930 ETP) et celle destinée à l'exportation (240 ETP). Les emplois de distribution et de pose des appareils s'élèvent à 4 420 ETP. Avec la baisse des appareils vendus en 2016, l'ensemble des emplois d'investissement (fabrication, vente et pose) est en baisse de 12,6 % par rapport à 2015.

Parallèlement, la hausse de la consommation de bois marchands des ménages en 2016 (+7,6 % par rapport à 2015) entraîne une augmentation des emplois de production de bois marchands (+8,5 % pour la production de bois de bûches et +21 % pour les granulés). Ces emplois (hors exploitation-maintenance) s'élèvent ainsi à 7 370 ETP, contre 6 710 ETP en 2015. Quant aux emplois de maintenance, ils passent de 240 ETP en 2015 à 260 ETP en 2016.

Au final, malgré la hausse des emplois de production de bois marchands et de maintenance des appareils, l'ensemble des emplois baisse de 1,9 %, en raison de la baisse des emplois d'investissement.

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 tendanciels d'évolution de la consommation de bois des ménages.

Cependant, à court terme, le climat reste le facteur explicatif principal. Après une forte baisse de 18,3 % entre 2013 et 2014, la consommation de bois domestique atteint 7 Mtep en 2016 et 6,5 Mtep en 2017 (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

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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
Évolution de l'indice de rigueur	-5%	-8%	8%	2%	16%	-28%	20%	9%	-26%	10%	12%	-5%
Évolution de la consommation de bois (ktep)	-8%	-5%	7%	3%	13%	-19%	16%	10%	-18%	6%	8%	-6%

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

La consommation de bois marchand des ménages s'élève à 2 Mds€ en 2016, dont 1,7 Mds€ pour le bois de bûche et 300 M€ pour les granulés.

Perspectives positives pour 2017

Les prévisions 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. En ce sens, l'année 2017 donne des résultats optimistes.

Entre 2016 et 2017, on estime une hausse de 11,1 % du nombre d'équipements vendus. Compte tenu des hypothèses précédentes, les investissements dans les appareils de chauffage au bois domestiques (exportations comprises) sont estimés à 885 M€ et la valeur de la maintenance à 26 M€. Les emplois associés s'élèvent à 7 120 ETP.

En dépit de la hausse des ventes, la consommation de bois des ménages baisse de 5,8 %, du fait de la hausse des températures hivernales. À souligner également que les appareils vendus sont de plus en plus performants et efficaces, expliquant la baisse de la consommation de bois. La valeur de la production de bois marchands (hors exploitation-maintenance) s'élève à 2 Mds€ pour 7 110 ETP.

Dans le résidentiel, les efforts de R&D se poursuivent autour de la performance des appareils à très faibles émissions (monoxyde de carbone et particules entre autres). Pour les chaudières individuelles, le développement de solutions couplées au solaire thermique pourrait également être une piste intéressante.

Objectifs 2018-2023 de la PPE : 7,4 Mtep en 2023 pour 10,4 millions de logements

En termes de cycle de vie et d'énergie grise, un des objectifs de la PPE (octobre 2016) est de développer l'utilisation du bois pour le chauffage dans la construction résidentielle. Pour les ménages, les objectifs de la PPE en termes de consommation de chaleur renouvelable produite à partir de biomasse solide sont de 7,4 Mtep dans 8,6 millions de logements en 2018 et de 7,4 Mtep dans 10,3 à 10,4 millions de logements en 2023. Ces objectifs doivent être mis en perspective avec les évolutions climatiques.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	485	403	501	468	408	395	406	396	322	317	270	251
Equipements Importés	79	68	80	110	125	117	154	194	173	154	158	186
Installation des équipements	301	218	267	232	214	216	223	229	170	182	164	171
Distribution	283	251	307	317	291	296	320	337	289	270	234	243
Total des investissements	1 148	940	1 156	1 127	1 037	1 024	1 104	1 156	953	923	826	850
Exploitation-Maintenance, Bois marchands	923	1 026	1 153	1 223	1 514	1 301	1 655	2 052	1 817	1 801	1 978	1 997
Marché domestique *	2 072	1 966	2 309	2 350	2 551	2 325	2 759	3 208	2 770	2 725	2 804	2 848
Exportations												
Equipements	78	72	74	63	62	60	59	52	44	37	34	35
Marché total **	2 150	2 038	2 384	2 413	2 612	2 386	2 817	3 260	2 814	2 762	2 838	2 883
Production **	2 070	1 970	2 304	2 304	2 488	2 269	2 664	3 067	2 642	2 608	2 681	2 697

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
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
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
Distribution	3 590	3 080	3 620	3 590	2 930	2 860	2 860	3 310	2 880	2 550	2 090	2 290
Total	11 580	9 250	11 100	10 300	9 150	9 030	9 150	9 730	7 980	7 290	6 340	6 590
Liés à la maintenance, bois marchands	6 440	6 190	6 670	6 870	7 850	6 340	7 430	8 110	6 600	6 950	7 630	7 380
Liés au marché domestique	18 020	15 430	17 770	17 170	17 000	15 370	16 580	17 840	14 570	14 240	13 970	13 960
Liés aux exportations	450	430	430	380	390	390	370	340	280	250	240	270
Total des emplois	18 470	15 860	18 210	17 550	17 390	15 760	16 960	18 180	14 850	14 490	14 220	14 230

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

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

Milliers d'appareils	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
Foyers fermés et inserts	282	218	238	194	180	180	157	152	121	98	81	81
Poêles	205	188	217	255	259	263	307	350	294	266	251	288
Chaudières	28	15	27	21	17	17	19	21	14	11	10	11
Cuisinières	14	11	11	10	8	7	7	6	5	5	4	5
Ventes annuelles	529	432	493	480	464	467	489	528	433	380	346	385
Consommation de bois des ménages (ktep)	6 110	5 822	6 224	6 402	7 228	5 851	6 778	7 460	6 092	6 462	6 951	6 547

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

Note : Suite à une révision des données du tableau de la directive européenne relative aux énergies renouvelables (SDES) et, par conséquent, des données concernant la consommation de bois des ménages (ktep), les séries présentées dans cette fiche sont légèrement différents de l'édition précédente de l'étude.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Nombre d'appareils vendus		Observ'ER	***
Marché intérieur (M€)	CA des fabricants/importateurs	Observ'ER	***
Fabrication (M€)	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	***
Installation (M€)	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 2016 : ESANE, NAF 43.22B	**
Marges de distribution (M€)	Marché intérieur (M€) x Taux de marges sur achats	2006 à 2008 : Comptabilité Nationale 2009 à 2016 : ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
Consommation de bois de bûche marchands (ktep)			
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 2017 : Solagro, Biomasse Normandie et BVA, Étude en cours sur le chauffage domestique au bois	**
Consommation de granulés marchands (ktep)	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	**
Entretien (M€)	Spécifique aux chaudières à bois	ADEME, Étude sur le chauffage au bois INSEE, IPC (IdBank 1764637)	**
Prix du bois combustible (€/tonne et €/stère)		SDES, Base Pégase	***
Emplois (ETP)			
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]	ESANE, NAF 43.22B	**

Méthode générale d'évaluation

Investissements : fabrication, marges commerciales, 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/Employé salarié et non salarié] tiré des données de la CN (2006 à 2008, branche 45.3F) et d'ESANE (2009 à 2016, NAF 43.22B). Le ratio 2017 est estimé selon la tendance observée sur les dernières années.

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). La production 2017 est estimée par l'évolution de la quantité de bois consommée entre 2016/17 issue du SDES. Les importations et exportations sont issues d'Eurostat (produit 44.01.31.00).

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

Les prix sont issus de la base de données Pégase du SDES.

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/Employé] 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. Le ratio 2017 est estimé selon la tendance observée sur les dernières années.

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. Les ratios 2016 et 2017 sont supposés identiques à celui de 2015.

Pour la maintenance, on utilise un ratio [VA+Autres achats-Sous-traitance/Employé] calculés à partir des données d'ESANE (NAF 43.22B) de 2006 à 2015. Les ratios 2016 et 2017 sont considérés égaux à celui de 2015.

Précisions sur le taux d'abandon et taux de remplacement

Il existe une incertitude concernant le taux d'abandon et le taux de remplacement. Si le taux des appareils vendus en renouvellement est celui donné par les enquêtes d'Observ'ER (environ 27 % en moyenne sur la période 2006 à 2012), le nombre de renouvellement aurait été de 900 000 unités, au lieu de 1,87 million prévu.

Les primo-acquisitions auraient été de 2,49 millions, dont 832 000 dans le neuf et 1,66 million dans l'existant. Hors abandon, le parc des appareils de chauffage au bois aurait augmenté de 38 % par rapport au parc total existant en 2006. Or, une augmentation aussi importante n'est pas constatée dans les données les plus récentes. Par ailleurs, elle devrait se traduire par une forte hausse des consommations, et cela malgré l'amélioration des rendements.

Ainsi, on est conduit soit à remettre en cause le taux des appareils vendus en remplacement (qui serait plus élevé qu'indiqué), soit à considérer que les sorties de parc sont très importantes. Cette dernière hypothèse est émise dans l'évaluation prospective du marché du chauffage domestique au bois réalisée par Basic pour l'ADEME (2009).

5. Biodiesel

Points clés

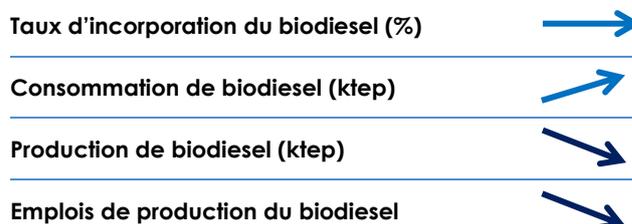
Stabilité du taux d'incorporation depuis 2015

Les biocarburants apportent la plus grande contribution à l'objectif européen de 10 % d'énergies renouvelables dans les transports à l'horizon 2020. En 2016, le biodiesel représente 7,7 % (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 léger redressement en 2015 (-316 M€), le solde est de -522 M€ en 2016. Le marché total du biodiesel augmente de 4,7 % entre 2014 (2,3 Mds€) et 2016 (2,4 Mds€).

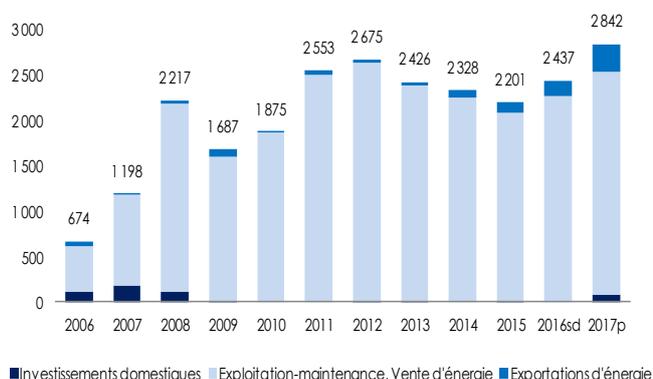


Tendances observées 2014-2016



Les emplois industriels associés à la production de biodiesel restent à peu près constants depuis 2012 et s'établissent à 1 200 ETP en 2016.

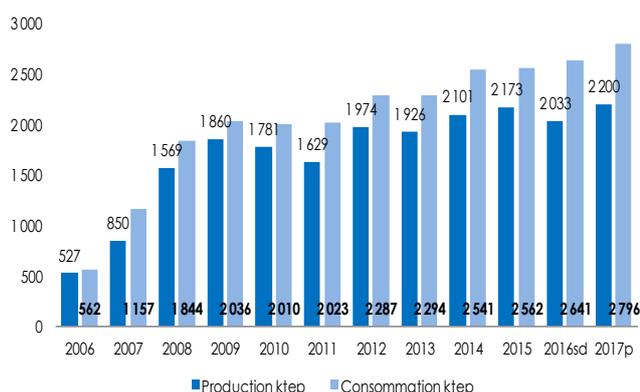
Marchés liés au biodiesel (M€)



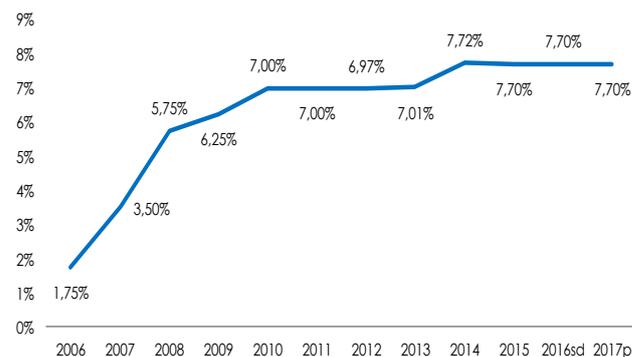
Emplois associés au biodiesel (ETP)



Production et consommation de biodiesel (ktep)



Taux d'incorporation du biodiesel (%)



De quels marchés et emplois parle-t-on?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés du biodiesel. Les emplois indirects et agricoles ne sont pas inclus. En 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Fabrication	Fabrication des équipements utilisés dans la production de biodiesel
Construction	Construction des unités de production de biodiesel
Vente d'énergie	Vente de biodiesel



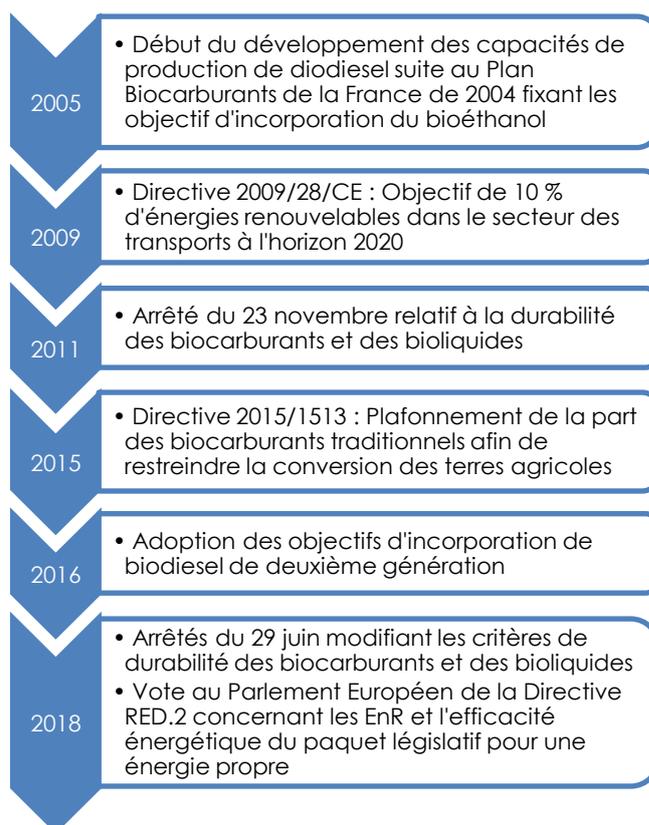
Contexte réglementaire

Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants de première génération répond à plusieurs objectifs : diminuer les importations de produits pétroliers, baisse des importations de tourteaux pour l'alimentation du bétail, diminuer les émissions de gaz à effet de serre, et maintenir des débouchés aux produits agricoles.

Mis en place en 2004, le Plan Biocarburants de la France fixe un objectif de biodiesel incorporé dans le gazole de 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009, de 7 % en 2010 et de 10 % en 2015. Pour satisfaire ces objectifs, les industriels mettent en place des capacités de production de près de 2 Mtonnes entre 2006 et 2009. Le Plan Biocarburants est accompagné d'une politique d'incitation fiscale via la détaxation partielle du biodiesel dès lors qu'il est produit dans une usine agréée. Cette détaxation baisse régulièrement, passant de 25 €/hl en 2006 à 8 €/hl dès 2011 (contre une taxe gazole fixée à 43 €/hl). Dans le cadre de la Loi des Finances 2014, la détaxation est fixée à 3 €/hl en 2015 (quel que soit le type de biodiesel, y compris le biogazole de synthèse), et supprimée à partir de 2016.

Depuis le 1^{er} janvier 2014, le taux d'incorporation obligatoire du biodiesel passe de 7 % à 7,7 % PCI pour le gazole. La Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP), imposée sur des carburants d'origine fossile, pénalise le déficit d'incorporation par rapport aux objectifs annuels.



Critères de durabilité des biocarburants

La directive 2009/28/CE⁶ fixe pour chaque État membre la part des sources renouvelables dans toutes les formes de transport en 2020 à au moins 10 % de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports. Cet objectif concerne l'ensemble des énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable et hydrogène). Cette directive fixe des critères de durabilité pour les biocarburants produits et consommés. L'un de ces critères impose que les biocarburants permettent une réduction des émissions de GES de minimum 35 % par rapport à celles des carburants fossiles. Ce taux est de 50 % en 2017. La directive précise également les contraintes environnementales de la production des biocarburants (biodiversité et types de sols).

Afin de répondre aux préoccupations sur les impacts du changement d'affectation des sols indirects, la nouvelle directive 2015/1513⁷ modifie l'objectif de part de biocarburants de 1^{ère} génération dans l'énergie finale consommée dans les transports à 7 % d'ici 2020. Par le biais des règles de comptabilisation, cette directive favorise les biocarburants issus de différentes matières dont les huiles usagées, les algues, ainsi que certains biodéchets. Les études menées sur les analyses de cycle de vie appliquées aux biocarburants consommés en France⁸ montrent que, s'agissant du biodiesel de colza, de tournesol et de soja, la réduction des émissions de GES est respectivement de 59 %, 73 % et 91 % pour les filières de production actuelles (hors impact des changements d'affectation des sols). Les études européennes reconnaissent également un taux de l'ordre de 90 % pour le biodiesel issu de graisse animale ou d'huile alimentaire usagée.

Le 29 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. En novembre 2018, le Parlement Européen confirme l'accord (intervenue en juin) portant sur les projets de directives sur les EnR et l'efficacité énergétique du paquet législatif pour une énergie propre. Cette nouvelle directive fixe un objectif de 14 % d'EnR dans les transports d'ici 2030. Les biocarburants restent plafonnés à 7 %. Les biocarburants avancés et le biogaz sont plafonnés à au moins 1 % en 2025 et au moins 3,5 % en 2030. À partir de 2019, le plafonnement de l'utilisation des biocarburants de 1^{ère} génération et des

⁶ Directive de la Commission Européenne du 23 avril 2009 sur l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

⁷ Directive de l'Union Européenne du 9 septembre 2015 favorisant les carburants verts

⁸ Études menées par l'ADEME en partenariat avec le MEEDDM (Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer), MAAP (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche), FranceAgriMer pour BIO Intelligence Service

matières premières contribuant à la déforestation (huile de palme et soja) diminuera progressivement, jusqu'à atteindre 0 % en 2030.

France, sixième producteur mondial de biodiesel

En 2017, la France est le 6^{ème} producteur mondial de biodiesel (2,3 milliards de litres), après les États-Unis (6 milliards de litres), le Brésil (4,3 milliards de litres), l'Allemagne (3,5 milliards de litre), l'Argentine (3,3 milliards de litres) et l'Indonésie (2,5 milliards de litres).

Au niveau européen, la France est en 2016 le 1^{er} pays consommateur de biodiesel destiné au transport (2,6 ktep), devant l'Allemagne (1,8 ktep) et la Suède (1,2 ktep).

Sources : *Données mondiales : Statista ; Données européennes : EurObserv'ER (2017), État des énergies renouvelables en Europe*

Les acteurs de la filière du biodiesel

Fabrication des équipements

En 2016, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire⁹ réalise un CA de 1,89 Mds€ (niveau quasi stable par rapport à l'année précédente), en employant plus de 8 700 salariés.

Ingénierie et construction des unités de production

La majorité des usines de production de biocarburants essence sont construites sous documentation par des entreprises d'ingénierie spécialisées.

TechnipFMC (anciennement Technip) détient une position de leader sur le marché des installations de production de biocarburants. En 2014, l'ingénieur français annonce une alliance avec la société BiochemTex (spécialisée dans les technologies de production de bioéthanol de deuxième génération (2G) à base de matériel cellulosique). Désormais, Technip est en charge de réaliser les futures installations basées sur la technologie de conversion de biomasse cellulosique en produits pétroliers, mis au point par la filiale de Beta Renewables. En 2016, Technip réalise un CA de plus de 15 Mds€ et emploie 37 000 personnes.

Parmi les autres sociétés intervenant dans le domaine des biocarburants, on peut également citer VINCI Energies (via le réseau Actemium) et SNC-Lavalin (avec l'acquisition d'Agro-Bio-Sucres Engineering).

Production de biodiesel

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

Anciennement nommé Diester Industrie, le groupe est un des premiers producteurs mondiaux de biodiesel. Quatre unités d'une capacité de 250 000 tonnes chacune sont inaugurées en 2008 (Grand Couronne, Cappelle-la-Grande et Bassens) et en 2009 (Mériot). La capacité de production totale de SAIPOL en France (7 unités) est de 1,9 à 2 Mt/an.

Cependant, du fait de la concurrence des EMHA et EMHU¹⁰, 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, Sofiproteol (maison mère de SAIPOL, aujourd'hui Groupe AVRIL) annonce une réorganisation importante de ses activités de production en 2013, qui s'est traduite par la fermeture de l'usine de Cappelle-la-Grande et de l'unité historique de Venette.

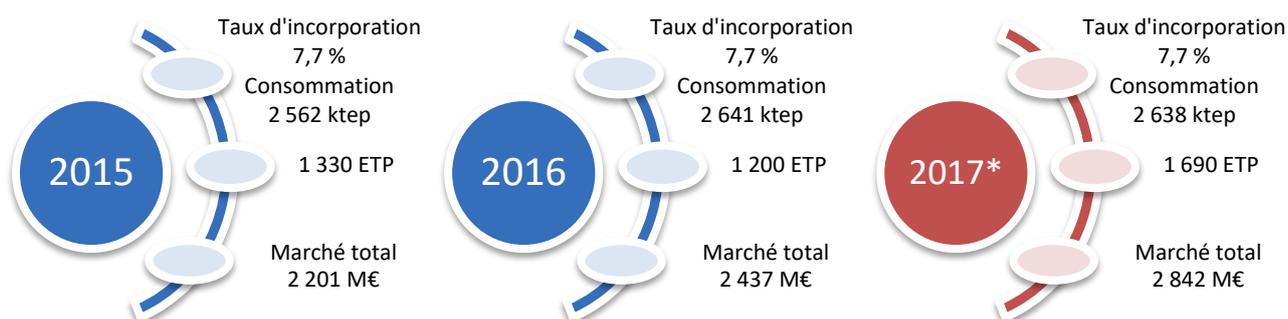
À l'international (Allemagne, Autriche, Italie, Belgique), SAIPOL dispose de 6 unités d'une capacité d'1 Mt à travers Diester Industrie International (DII ; coentreprise avec l'américain Bunge). La réorganisation de 2013 s'est traduite par l'intégration de l'usine belge dans Sofiproteol et des usines allemandes et autrichiennes dans Bunge. La capacité de production de DII passerait de 1 Mt à 700 000 tonnes.

En dehors de SAIPOL, on peut citer d'autres producteurs en France : INEOS (3^{ème} chimiste mondial ; capacité de 200 000 tonnes), Nord Ester (groupe Daudruy Van Cauvenbergue ; capacité de 100 000 tonnes), Centre Ouest Céréales (coopérative agricole ; capacité de 100 000 tonnes), et Estener (JV entre le groupe Intermarché et Saria Industries ; capacité de 80 000 tonnes dédiée aux biodiesels issus de déchets ou de résidus).

⁹ ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire

¹⁰ EMHA : Ester Méthyllique d'Huile Animale ; EMHU : Ester Méthyllique d'Huile Usagée

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Investissements quasiment arrêtés en 2016 ...

À partir de 2010, deux projets de développement des capacités de production du biodiesel sont réalisés : la construction de l'usine Estener d'une capacité de production de 75 000 tonnes/an de biodiesel (inauguration en 2013, coût du projet : 40 M€) et la construction de l'usine d'estérification SAIPOL d'une capacité de production de 280 000 tonnes/an de biodiesel (inaugurée en 2015 ; coût du projet : 13 M€). Les emplois directs associés à la réalisation de ces deux projets sont estimés à 260 ETP entre 2012 et 2015 (110 ETP pour la fabrication des équipements et 150 ETP pour la construction des unités et la réalisation des études préalables).

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

... Mais repris en 2017 à la faveur des objectifs de deuxième génération

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 qu'une bioraffinerie d'une capacité de production de 500 000 tonnes/an de biodiesel de type HVO (huiles végétales hydrotraitées ; 1^{ère} bioraffinerie française de taille mondiale). Le coût total de ce projet s'élève à 275 M€. Initialement programmée pour l'été 2018, la mise en service et l'exploitation de la bioraffinerie est reportée au premier trimestre 2019.

Lancé également par le groupe Total¹¹, 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^{ème} génération. Le coût global du projet estimé à 112,7 M€, dont 33,2 M€ financés par le Fonds Démonstrateur de l'ADEME et la région Picardie. La phase de construction de la plateforme de démonstration démarre en 2017, pour une commercialisation du procédé programmée à l'horizon 2020.

Hausse de la consommation de biodiesel en 2016

Le taux d'incorporation du biodiesel passe de 7,01 % en 2013 à 7,72 % en 2014. Depuis 2015, dans un contexte de quasi-stagnation de la consommation du gazole (+0,7 % en 2014, +1,1 % en 2015 et +0,2 % en 2016), le taux d'incorporation du biodiesel reste au niveau de l'objectif fixé en France depuis (7,70 %). Par conséquent, 2014 reste la dernière année marquée par une hausse importante de la consommation du biodiesel (+10,8 % par rapport à 2013). La consommation augmente de 3,1% en 2016, passant de 2 562 ktep en 2015 à 2 641 ktep en 2016.

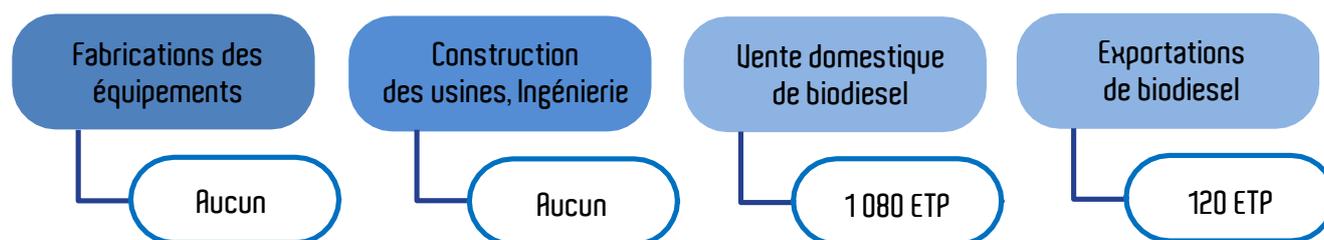
Depuis plusieurs années, le prix du biodiesel est orienté à la baisse. Après son maximum de 2011/2012 (1 100 €/t en moyenne), le biodiesel se négocie aux alentours de 760 € en 2016.

Baisse de la valeur de la production de biodiesel en 2016

La quantité de biodiesel produit baisse de 6,5 % entre 2015 (2 173 ktep) et 2016 (2 033 ktep). Malgré une hausse des prix moyens de 5,6 %, la valeur du biodiesel produit en France (y compris pour les exportations) baisse de 1,2 %, passant de 1 765 M€ à 1 743 M€. Les emplois associés à cette production passent de 1 270 ETP en 2015 à 1 200 ETP en 2016, soit une baisse de 5,9 %.

¹¹ Projet en partenariat avec Axens, CEA, IFP Energies nouvelles, Avril, ThyssenKrupp Industrial Solutions

1 200 emplois directs dans la filière du biodiesel



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 1 200 ETP en 2016. Aucun investissement n'ayant été réalisé en 2016, ces emplois sont les emplois associés à la vente du biodiesel (dont 120 ETP pour le biodiesel exporté).

Dans la présente étude, les emplois agricoles (production des matières premières utilisées, essentiellement le colza s'agissant des matières premières d'origine française) ne sont pas considérés comme des emplois directement liés à la production du biodiesel. Selon l'étude réalisée en 2013 par PricewaterhouseCoopers (PwC) sur le poids économique de la filière des biocarburants, le ratio d'emplois indirects est de 4,14 ETP/kt 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.

Prévisions et tendances 2017

En 2017, le taux d'incorporation du bioéthanol reste au même niveau de 7,7 %. La consommation du biodiesel augmente de 5,9 % par rapport à 2016 (soit 2 796 ktep). Les prix moyens du biodiesel augmentent de 2,3 %, atteignant 780 €/t. La valeur de la consommation s'élève ainsi à 2,4 Mds€, en hausse de 8,3 % par rapport à 2016.

Il en est de même pour le biodiesel produit en France : hausse de 8,2 % des quantités produites (2 200 ktep) et de 10,7 % de la valeur de cette production (1 929 M€, dont 304 M€ pour le biodiesel exporté). Compte tenu des hypothèses sur l'évolution de la productivité (tonne/ETP), les emplois de vente du biodiesel (y compris à l'exportation) augmentent de 8,9 %, atteignant les 1 300 ETP.

Le solde des échanges extérieurs du biodiesel reste déficitaire à un niveau identique que 2016 (-523 M€), ceci malgré une importante hausse des exportations de 76,6 % par rapport à 2016. Les emplois associés à la vente du biodiesel à l'export suivent la même tendance et s'élèvent à 210 ETP (soit une hausse de 73,7 %).

Avec les deux projets en cours concernant le développement des unités de production du biodiesel (BioTfuel et La Mède), les investissements domestiques s'élèvent à 85 M€, auxquels on associe 390 ETP.

Fortes incertitudes sur l'avenir de la filière

S'agissant des biocarburants, l'arrêté du 24 avril 2016 relatif au développement des énergies renouvelables fixe les objectifs suivants en ce qui concerne les taux d'incorporation des biocarburants avancés :

	2018	2023
Filière essence	1,6 %	3,4 %
Filière gazole	1,0 %	2,3 %

Fin 2016, la Commission Européenne présente un projet de révision de la directive de 2009 sur les énergies renouvelables. Les discussions sur cette proposition de directives se sont conclues en juin 2018. La directive RED.2 (Renewable Energy Directive) est par la suite formellement votée par le Parlement Européen fin 2018 et sera publiée début 2019. Elle 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 ;
- Objectif de 3,5 % minimum de biocarburants avancés en 2030.

Aucune différenciation entre la filière bioéthanol et biodiesel n'est introduite dans ce projet, 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 relais et d'assurer l'atteinte des objectifs d'incorporation. Si on ajoute les incertitudes liées à la réglementation européenne très changeante, la conjoncture est ainsi plutôt défavorable.

Résultats détaillés

Marchés liés au biodiesel

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Équipements fabriqués en France	44	71	46	5	0	0	8	8	0	5	0	34
Construction des usines, Ingénierie	65	107	69	7	0	0	12	12	0	8	0	51
Total des investissements	109	179	116	11	0	0	20	20	0	13	0	85
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	509	1 002	2 079	1 596	1 861	2 500	2 617	2 360	2 258	2 080	2 265	2 452
Biodiesel produit en France	420	718	1 745	1 379	1 635	1 961	2 220	1 936	1 796	1 657	1 571	1 625
Biodiesel importé	89	284	333	217	226	540	397	424	461	423	694	827
Marché domestique *	617	1 181	2 194	1 608	1 861	2 500	2 637	2 380	2 258	2 093	2 265	2 538
Exportations												
Biodiesel	57	18	23	79	14	53	38	46	71	108	172	304
Marché total **	674	1 198	2 217	1 687	1 875	2 553	2 675	2 426	2 328	2 201	2 437	2 842
Production **	586	915	1 884	1 470	1 649	2 013	2 279	2 001	1 867	1 778	1 743	2 015

*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 au biodiesel

Emplois (ETP)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	230	380	260	30	0	0	40	40	0	20	0	170
Construction des usines, Ingénierie	410	640	400	40	0	0	60	60	0	30	0	220
Total	630	1 030	660	60	0	0	100	100	0	60	0	390
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	260	440	820	940	970	960	1 120	1 090	1 180	1 190	1 080	1 100
Liés au marché domestique	890	1 470	1 480	1 000	970	960	1 220	1 190	1 180	1 250	1 080	1 490
Liés aux exportations de biodiesel	30	10	10	50	10	30	20	30	50	80	120	210
Total des emplois	930	1 480	1 490	1 050	980	990	1 240	1 220	1 220	1 330	1 200	1 690

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

Production et consommation de biodiesel

ktep	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
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
Production	527	850	1 569	1 860	1 781	1 629	1 974	1 926	2 101	2 173	2 033	2 200
Importations	64	316	287	273	240	432	346	409	510	510	787	890
Exportations	29	9	12	96	11	38	33	41	70	121	179	294
Consommation	562	1 157	1 844	2 036	2 010	2 023	2 287	2 294	2 541	2 562	2 641	2 796

Sources : SDES, Bilans des énergies renouvelables ; Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables ; Eurostat

Note : Suite à des révisions faites sur la série retenue des prix et une amélioration de la méthodologie, les résultats présentés dans cette fiche sont légèrement différents de ceux des éditions précédentes.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Mise en service (tonnage)		Sites officiels ; Communiqués de presse	***
Investissements annuels (M€)	Tonnage x Prix unitaire de 229,1 €/t	Sites officiels ; Communiqués de presse	**
Décomposition des investissements (M€)			
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	**
Quantité de biodiesel			
Exportations, importations (tonnes)		2006 à 2017 : Eurostat, Produits 38.24.90.91 et 38.26.00.10	***
Production (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Bilans du SDES 2013 à 2017 : Estimations par solde	**
Consommation (ktep)	Par solde : Consommation + Exportations - Importations	2006 à 2012 : Estimations par solde 2013 à 2017 : SDES, Suivi de la directive	**
Biodiesel (M€)			
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		**
Emplois (ETP)			
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	**



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 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 (voir la fiche méthodologique). 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 du biodiesel

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 2017 produit 38.26.00.10 HVO - molécules totalement différentes.

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).

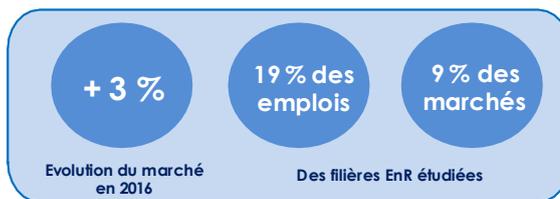
En l'absence de prix producteur disponible, la production et la consommation sont valorisées par un prix conventionnel estimé à partir de diverses sources. La valeur des exportations est reprise d'Eurostat. Au final, on calcule la valeur des importations par solde.

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 et 2017 sont estimés selon la tendance observée sur les trois dernières années.

Pour calculer les emplois directs et industriels 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-eau thermodynamiques



Points clés

Croissance confirmée

En 2016, plus de 237 750 pompes à chaleur (PAC) domestiques et chauffe-eau thermodynamiques (CET) sont vendus en France. Le nombre d'appareils vendus augmente depuis 2013 (+19,1 % en 2016 par rapport à 2014), en partie grâce à la baisse des prix du matériel et des installations.

Entre 2014 et 2016, la dynamique des ventes est disparate entre filières. Alors que les ventes de PAC géothermiques baissent de 23,5 % (3 095 unités en 2016), les ventes de PAC aérothermiques et de CET progressent respectivement de 25,1 % (153 905 unités) et 11,3 % (80 753 unités).

Le marché total est de 2,2 Mds€ en 2016, en hausse de 3,6 % par rapport à 2014.

Tendances observées 2014-2016

Ventes de PAC géothermiques (unités) ↓

Ventes de PAC aérothermiques (unités) ↑

Ventes de CET (unités) ↑

Marché total (M€) ↑

Emplois de fabrication des équipements (ETP) ↑

Les emplois associés s'élèvent à 15 730 ETP, dont 83 % pour la fabrication, la distribution et la pose des appareils, et 17 % pour la maintenance et la réparation.

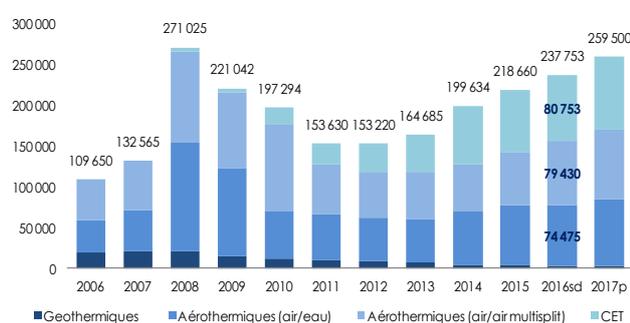
Marchés liés aux PAC domestiques et CET (M€)



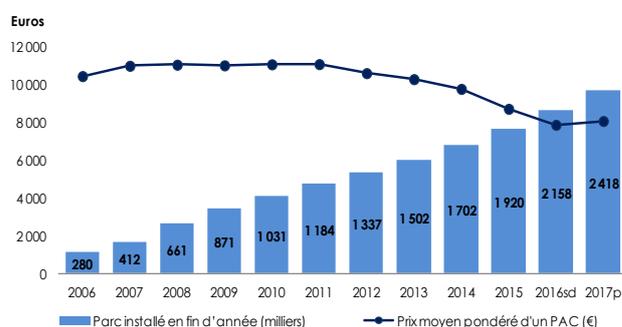
Emplois associés aux PAC domestiques et CET (ETP)



Ventes de PAC et CET (unités)



Parc installé (milliers d'unités) ; 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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Fabrication	Fabrication et assemblage (compresseur, condenseur, évaporateur, ballon)
Distribution	Grossistes, Distributeurs
Installation	Réseaux d'installateurs
Maintenance	Entretien, Réparation



Contexte réglementaire

Nouvelle étiquette énergétique

Entrée en vigueur le 1^{er} 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 UE n° 517/2014 relatif aux Gaz à Effet de Serre (GES) 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

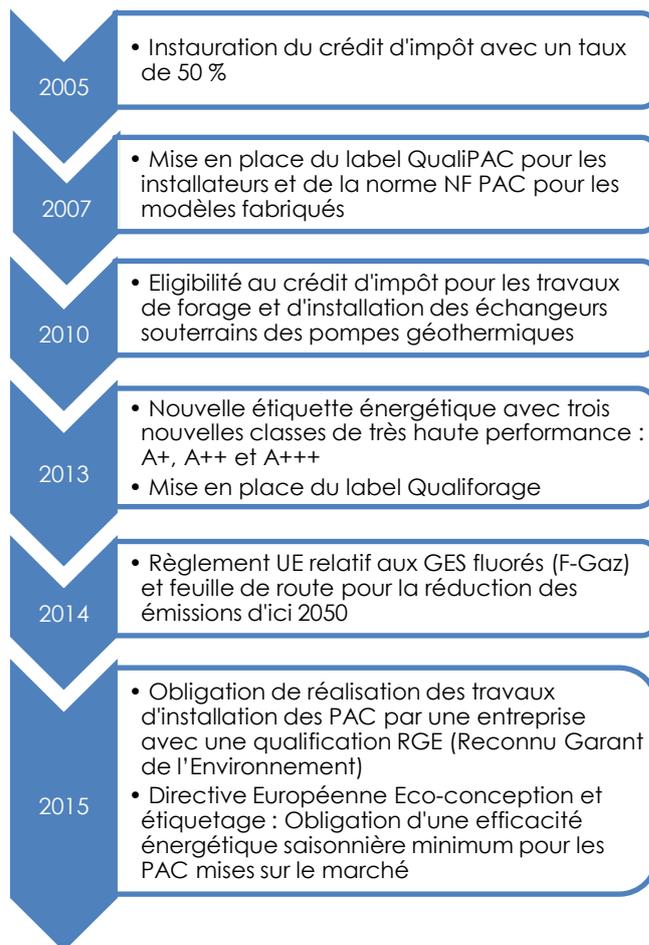
Depuis le 26 septembre 2015, et conformément à la Directive Européenne Éco-Conception, les PAC haute température (HT) et basse température (BT) mises sur le marché doivent offrir respectivement une efficacité énergétique saisonnière minimum de 100 % et 115 %.

Taux réduit de TVA et crédit d'impôt

Le taux de TVA est réduit pour l'installation des PAC éligibles au CITE : 5,5 % au lieu de 20 %.

Depuis septembre 2014, le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) se situe à 30 % des dépenses payées pour l'achat d'une PAC (hormis les PAC air/air). Ce montant est plafonné à 8 000€ pour une personne seule et 16 000 € pour un couple. Depuis 2010, les chauffe-eau thermodynamiques sont aussi éligibles au CITE de 30 %. Différentes conditions restreignent l'obtention du CITE :

- Le logement doit être construit depuis plus de 2 ans.
- Depuis le 1^{er} janvier 2015, les travaux doivent être réalisés par une entreprise titulaire d'une qualification Reconnu Garant de l'Environnement (RGE).
- L'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage, calculée avec son appoint électrique ou à combustible fossile, doit être supérieure ou égale à 126 % pour les PAC basse température ou à 111 % pour celles à moyenne et haute température.



Marché européen en croissance

- En 2016, 2,6 millions de PAC sont vendues dans l'UE, soit une hausse du marché de 20 % par rapport à 2014. Le parc total de PAC est de 29,5 millions unités pour une production de 8,8 Mtep d'énergie renouvelable (hors CET).
- Hormis l'Italie dont les données ne sont pas comparables avec celles des autres pays, la France est en 2016 le deuxième marché de l'Union Européenne pour les PAC destinées au chauffage, derrière l'Espagne (EurObserv'ER).
- Les acteurs japonais dominent le marché des PAC air/air et ambitionnent de se développer sur le marché air/eau.

Les acteurs de la filière des pompes à chaleur et CET

Fabrication des appareils

L'augmentation des ventes de PAC au cours des années 2006 à 2008, leur forte baisse de 2009 à 2011, suivie de leur reprise à partir de 2013 favorisent une restructuration autour des grands acteurs.

- BDR Thermea, 3^{ème} 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 de 80 pays.
- Le groupe suédois Nibe Industries reprend les activités commerciales de Technibel.
- Depuis 2010, l'allemand Vaillant Group (2^{ème} groupe de chauffage européen et représenté par Saunier Duval en France ; CA de 165 M€ en 2016 et 390 salariés) dispose d'une ligne de production de PAC dans son usine de Nantes.
- Aldes, 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 CO₂ (2016 : CA de 179 M€, 750 salariés).
- Spécialiste des ouvertures mécaniques pour le bâtiment et de la domotique, Somfy acquiert 40 % de CIAT (2016 : CA de 165,2 M€, 1 040 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 généralistes¹² 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).

Pose et installation des appareils

En 2017, l'Association Française pour les Pompes à Chaleur (AFPAC) annonce 4 800 entreprises qualifiées QualiPAC Chauffage et 373 qualifiées QualiPAC 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 2016, les pompes aérothermiques représentent 98,4 % du marché en nombre d'appareils vendus.

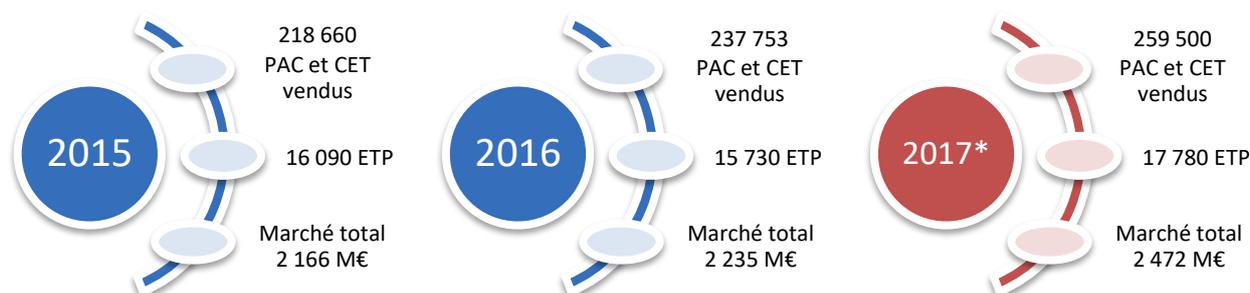
Pour fonctionner, les PAC consomment de l'énergie électrique ou du gaz (moteur du compresseur, circulation des fluides caloporteurs). Le rapport entre l'énergie consommée et l'énergie restituée caractérise le Coefficient de Performance (COP) de l'appareil. Plus le COP est élevé, plus la PAC est performante.

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).

¹² Fabricants de chaudières, de chauffage électrique et de ballons d'eau chaude sanitaire, climaticiens

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Hausse des équipements vendus et baisse des prix des PAC en 2016

En 2016, 157 000 PAC sont vendues, dont 98 % de PAC aérothermiques. Moins onéreuses que les PAC géothermiques, les PAC aérothermiques sont principalement destinées aux logements existants. Leurs ventes progressent de 11 % en volume par rapport à 2015, bénéficiant d'importantes baisses de prix (-8,1 % pour les PAC air/eau et -6,2 % pour les PAC air/air). Les ventes de PAC aérothermiques se partagent entre 48,4 % d'unités air/eau et 51,6 % d'unités air/air. En 2016, ce sont les ventes de PAC air/air qui progressent le plus (+22,1 % par rapport à 2015).

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 3 095 appareils en 2016. Cette baisse est plus marquée pour les PAC eau/eau que pour les autres technologies : -19,9 % entre 2016 et 2015, contre -16 % pour les ventes de PAC sol/sol et sol/eau sur cette même période.

Ventes de chauffe-eaux thermodynamiques à la hausse en 2016, mais plus faiblement

Apparus en 2008, les CET continuent leur progression à un rythme plus mesuré que précédemment : +5,9 % en 2016, contre +57,9 % en 2014 (AFPAC). En 2016, les ventes dépassent les 80 750 unités.

Secteurs collectif, tertiaire et industriel

Un des objectifs de la PPE 2016 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
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

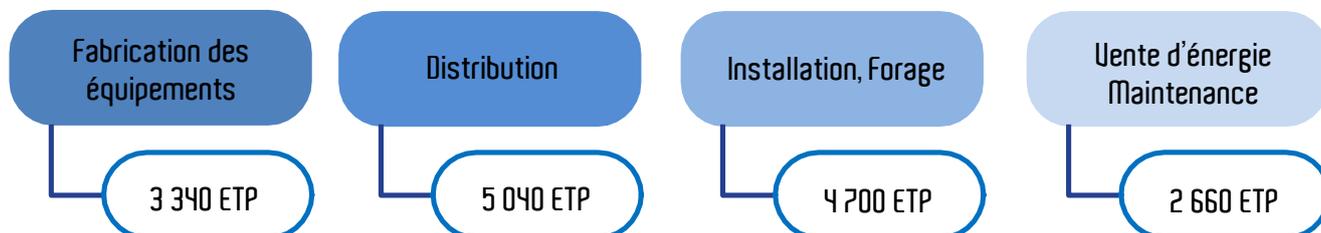
Source : Uniclimate, Bilans et perspectives du génie climatique

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.

Marché en hausse malgré la baisse des prix

Avec de belles performances en termes d'unités vendues (+8,7 % entre 2015 et 2016), le marché connaît une hausse en valeur de 3,2 % entre 2015 et 2016, et cela malgré la baisse des prix. Le prix moyen des équipements baisse de 8,5 % sur cette même période. La baisse des prix est plus importante pour les PAC aérothermiques et CET (-8,4 % chacun) que pour les PAC géothermiques (-0,8 %).

Emplois majoritairement dans l'installation et la distribution



L'emploi total lié à la fabrication des équipements pour le marché intérieur, la distribution et l'installation des PAC est de 11 720 ETP en 2016, contre 12 430 ETP en 2015. La majeure partie de ces emplois est associée à l'installation et à la distribution. Le reste des emplois de la fabrication est destinée à l'exportation (1 360 emplois).

Croissance de 12 % de la maintenance

Le parc des pompes à chaleur est estimé à 2,2 million d'unités en 2016. Le marché correspondant à la maintenance de ce parc est évalué à 324 M€, en hausse de 12,4 % par rapport à 2015. 2 660 emplois y sont associés, contre 2 400 en 2015.

Tendances et prévisions 2017 : légère progression du marché des PAC géothermiques

En 2017, les ventes de PAC aérothermiques progressent de 8,8 % et atteignent 167 400 appareils (+7,9 % pour les PAC air/air et +9,7 % pour les PAC air/eau). En baisse depuis 2009, les ventes de PAC géothermiques augmentent très légèrement de 0,2 % en 2017, passant de 3 095 appareils vendus en 2015 à 3 100 appareils vendus en 2016. Il en est de même pour les ventes des CET, en hausse de 10,2 %.

La progression de ventes mène à la hausse des investissements domestiques de 11,4 % et du marché total de 10,2 % par rapport à 2016. Ces perspectives positives conduisent également à une augmentation sensible des emplois directs de la filière, 17 780 emplois, soit 2 050 emplois supplémentaires par rapport à l'année précédente.

Objectifs de production d'énergie

A l'horizon 2020, les objectifs du COMOP 10 et de la PPI Chaleur pour les PAC individuelles sont de 1,6 million de tep pour 2 millions de logements équipés. Ceux de la PPE 2016 sont d'atteindre une production de 2 200 ktep en 2018, et entre 2 800 (objectif bas) et 3 200 ktep (objectif haut) en 2023. Ces chiffres intègrent un objectif de consommation finale de chaleur renouvelable des PAC géothermiques de 400 ktep en 2018, puis entre 500 ktep et 600 ktep en 2023.

Dans le résidentiel individuel, ces objectifs correspondent à un parc d'environ 2,2 millions de PAC et CET en 2018 comptabilisés au titre de la directive sur les énergies renouvelables et un parc entre 2,7 et 2,9 millions de PAC et CET en 2023 comptés au titre de l'atteinte des objectifs européens. Avec un parc estimé à 2,4 millions d'appareils en 2017, l'objectif de 2018 est atteint.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	203	155	402	555	285	233	230	270	223	278	288	317
Importations des équipements	58	175	119	61	290	255	230	247	290	257	274	284
Distribution	442	574	1 084	1 006	869	656	573	576	589	571	564	629
Installation, forage	760	929	1 942	1 253	984	653	607	535	627	607	588	680
Total des investissements	1 463	1 833	3 547	2 876	2 429	1 797	1 640	1 628	1 728	1 713	1 713	1 909
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	42	62	99	131	155	178	201	225	255	288	324	363
Marché domestique *	1 505	1 895	3 646	3 006	2 583	1 975	1 841	1 853	1 984	2 001	2 037	2 272
Exportations												
Equipements	145	324	200	41	108	175	215	176	174	164	198	200
Marché total **	1 651	2 219	3 846	3 048	2 691	2 150	2 056	2 030	2 157	2 166	2 235	2 472
Production **	1 592	2 044	3 727	2 987	2 401	1 895	1 826	1 783	1 868	1 909	1 961	2 188

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	1 380	830	1 750	2 950	1 880	1 550	1 650	1 950	1 560	2 140	1 980	2 100
Distribution	3 680	4 630	7 240	8 770	7 540	6 390	5 730	5 650	5 880	5 370	5 040	5 930
Installation, forage	4 790	5 790	9 650	7 440	6 480	5 220	4 770	4 180	4 910	4 910	4 700	5 450
Total	9 840	11 240	18 640	19 160	15 900	13 160	12 150	11 780	12 350	12 430	11 720	13 480
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	420	610	870	1 030	1 220	1 510	1 630	1 860	2 060	2 400	2 660	2 970
Liés au marché domestique	10 260	11 860	19 510	20 190	17 120	14 660	13 780	13 640	14 410	14 830	14 370	16 450
Liés aux exportations	980	1 730	870	220	710	1 160	1 540	1 270	1 220	1 270	1 360	1 320
Total des emplois	11 250	13 590	20 390	20 410	17 840	15 820	15 310	14 910	15 620	16 090	15 730	17 780

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	2017p
Ventes de PAC et CET	109,7	132,6	271,0	221,0	197,3	153,6	153,2	164,7	199,6	218,7	237,8	259,5
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
Aérothermiques	89,6	111,4	243,9	200,7	164,2	116,6	110,1	112,1	123,1	138,6	153,9	167,4
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
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	85,7
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
Parc installé en fin d'année	280	412	661	871	1 031	1 184	1 337	1 502	1 702	1 920	2 158	2 418

Sources : Observ'ER, AFPAC

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Marché intérieur (M€)	Ventes x Prix unitaires		
Ventes (unité)		Observ'ER, AFPAC	***
Prix unitaire (€/unité)	Prix du matériel et de la pose	Observ'ER	***
Marge de distribution (M€)	Marché intérieur M€ x Taux de marges		
Réseaux de distribution (%)		Observ'ER	***
Taux de marge sur achats (%)		ESANE, NAF 46.74B et 47.52B	**
Marché des équipements (M€)			
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	**
Coût unitaire de forage (€/PAC)	PAC géothermiques uniquement	AFPG ; Observ'ER ; ADEME, Fonds Chaleur	**
Maintenance (M€)	150 €/an d'entretien par PAC	Estimation In Numeri	*
Emplois (ETP)			
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 2014 : ESANE, NAF 43.22B	**
Forages et capteurs (ETP)	Forage M€ x ratio [Production/Emploi]	ESANE, NAF 43.13Z	**
Maintenance (ETP)	Maintenance M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges /Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche 45.3F 2009 à 2014 : ESANE, NAF 43.22B	**

Méthode générale d'évaluation

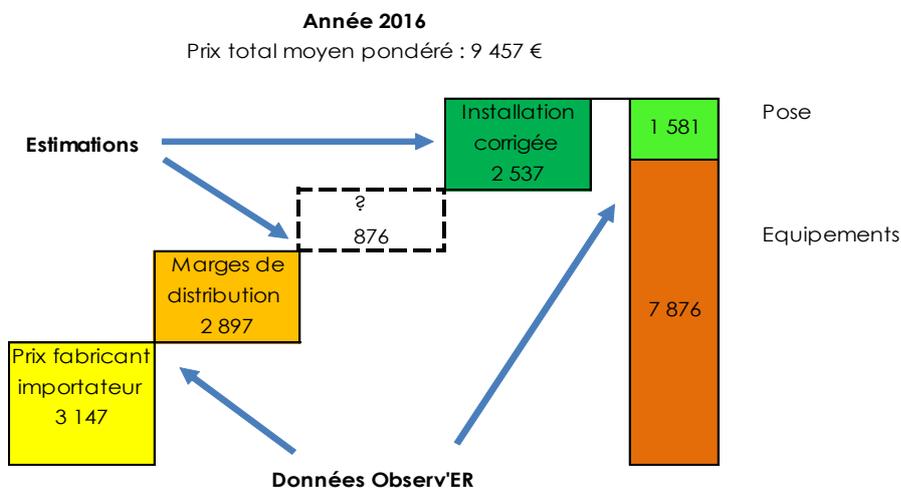
Marché intérieur

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 moyens des PAC aérothermiques. En multipliant le nombre d'appareils vendus par leur prix moyen, on obtient le marché intérieur (matériel et pose).

Note : En 2016, le prix à la fabrication (3 147 €) représente 33 % du prix des équipements facturés par les installateurs (9 457 €). 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 6 044 € comme prix moyen marges comprises. Ce prix est donc à comparer au prix moyen facturé de 9 578 €. L'écart est de 3 413 € 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 : 1 581 € en 2016, 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 2 537 € en 2016. Le schéma ci-dessous montre qu'une partie du prix facturé (876 €, soit 9 %) reste inexpliquée, ou plus précisément ne peut être directement affectée ni à l'installation ni à la distribution. Cette partie « inexpliquée » est de 46 % en 2006 et 23 % en 2012.



À 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
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
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
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
Géothermiques	13 086	13 643	13 670	13 435	13 467	13 119	13 285	13 354	13 794	14 124	14 011	14 091
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
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
Aérothermiques	11 618	12 277	12 487	12 553	12 686	12 757	12 258	11 942	11 502	10 229	9 365	9 618
Moyenne	11 886	12 495	12 584	12 616	12 740	12 787	12 330	12 021	11 575	10 334	9 457	9 699
CETherm	3 948	4 172	4 243	4 265	3 839	3 412	3 279	3 194	3 077	2 736	2 505	2 573

Source : Estimation In Numeri selon les données Observ'ER

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

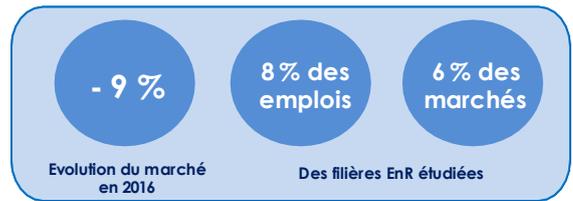
Le parc est estimé selon les données Observ'ER et l'AFPAC. Partant du parc, le marché de la maintenance est estimé sur la base d'un coût unitaire de 150 € par appareil et par an.

Estimation des emplois

- **Fabrication** : On utilise les ratios [Production/Effectifs] des principaux fabricants (Comptes des entreprises).
- **Distribution** : Les ratios [Marges/Emploi] sont estimés selon les données de la Comptabilité Nationale (CN) de 2006 à 2008 et d'ESANE (NAF 46.74B et 47.52B) de 2009 à 2016. Le ratio 2017 est estimé selon la tendance observée sur les dernières années.
- **Installation et maintenance** : On utilise les données de la CN (branche 45.3F) de 2006 à 2008 et d'ESANE (NAF 43.22B) de 2009 à 2015 pour calculer le ratio [Production -Sous-traitance+Marges/Emploi]. Les ratios 2016 et 2017 sont estimés selon la tendance observée sur les dernières années.
- **Forage** : Les ratios [Production/Emploi] sont calculés selon les données de la CN (branche 45.1D) de 2006 à 2008 et d'ESANE (NAF 43.13Z) de 2009 à 2015. Les valeurs obtenues étant extrêmement erratiques, on procède à une interpolation pour corriger la série.

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 processus industriels. Son fort potentiel de développement en fait un enjeu majeur dans l'atteinte de l'objectif porté à 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique à l'horizon 2030.

Le Fonds Chaleur (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 2014-2016

Puissance mise en service dans l'année (MW) ↓

Investissements domestiques (M€) ↓

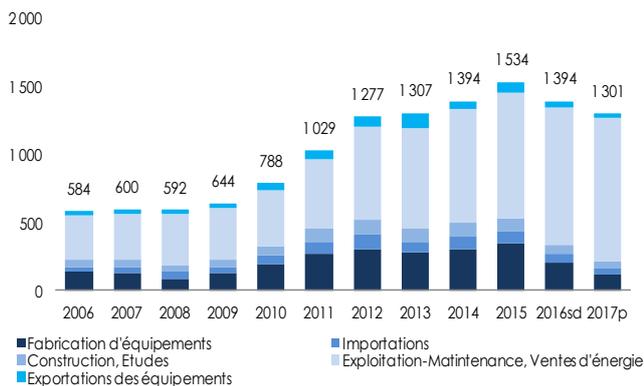
Emplois liés aux investissements (ETP) ↓

Vente d'énergie et maintenance (M€) ↑

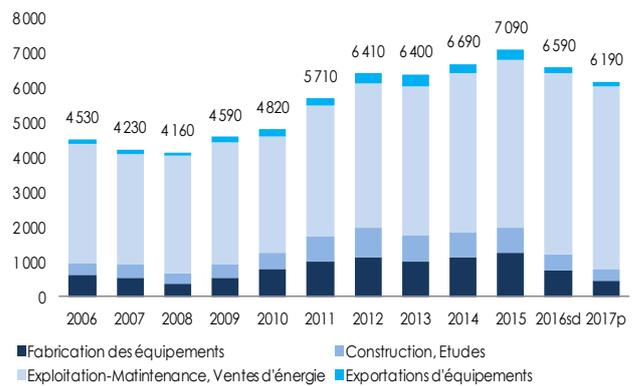
Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) ↑

En 2016, le marché total dans les secteurs collectif, industriel et tertiaire s'élève à 1,4 Mds€, niveau identique à celui de 2014. La filière emploie 6 590 ETP en 2016, dont près de 80 % liés à l'exploitation-maintenance et la production de bois marchand.

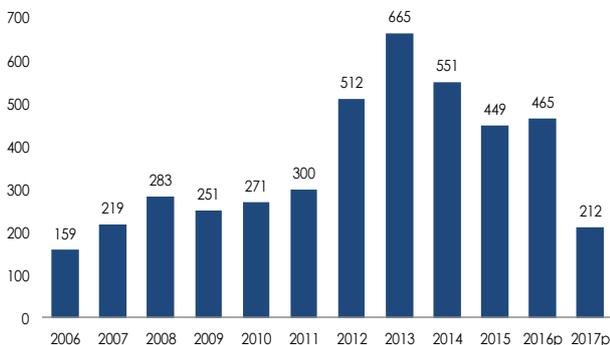
Marchés liés au bois collectif (M€)



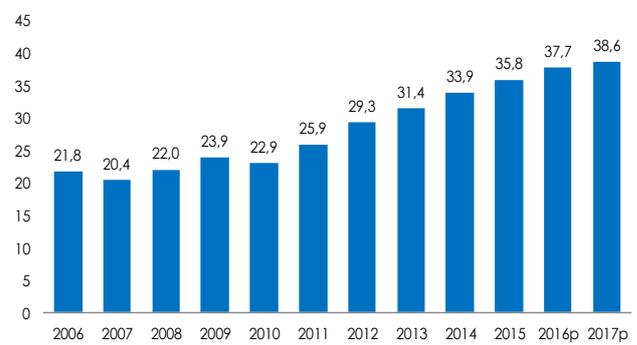
Emplois associés au bois collectif (ETP)



Puissance mise en service dans l'année (MW)



Production d'énergie (chaleur et électricité ; 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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Équipement

Fabrication de chaudières et d'équipements divers

Construction, Études

Génie civil, pose d'équipements, études préalables

Maintenance

Visites d'entretien, réparation

Vente d'énergie

Vente d'électricité et de chaleur, bois marchand pour l'énergie autoconsommée



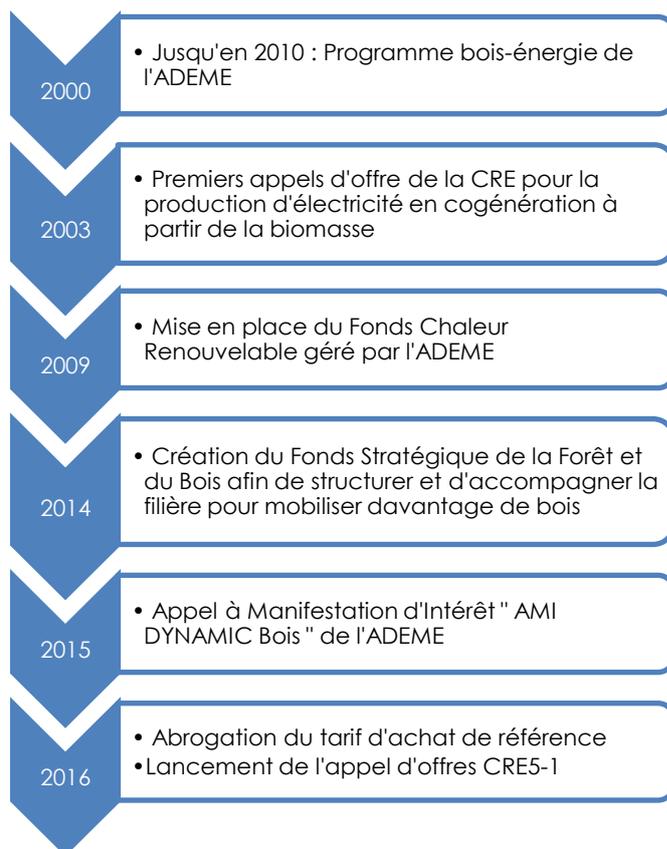
Contexte réglementaire

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

À partir de 2009, la mise en place du Fonds Chaleur (FC) se traduit par une accélération importante des réalisations d'installations de production de chaleur issue de la biomasse énergie. La mobilisation du Fonds Chaleur Renouvelable de l'ADEME 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 2017, le FC soutient près de 800 chaufferies biomasse. La chaleur potentielle produite par ces installations s'élève à 1,4 Mtep par an, l'équivalent de la consommation de plus de 6 Mt de biomasse. En 2017, 51 nouvelles installations sont soutenues par le FC (dont 5 en BCIAT), pour une production totale de chaleur de 52,8 ktep sur l'année.

Entre 2003 et 2010, quatre appels d'offre sont lancés par la CRE, pour 83 projets retenus, dont 35 actuellement en exploitation ou en construction. La puissance totale de ces sites est de 554 MW. Une dernière vague d'appels d'offres (CRE-5) en lancée en 2016.



Deux outils créés pour structurer la filière et mobiliser plus de bois

Afin d'approvisionner les nombreuses chaufferies bois soutenues par le Fonds Chaleur et les centrales de cogénération bois issues des appels d'offres de la CRE, les pouvoirs publics mettent en place des outils de soutien à la production du bois-énergie :

- Le fonds stratégique de la forêt et du bois est créé en 2014 dans le cadre du « Plan national d'action pour l'avenir des industries de transformation du bois ». Il vise à renforcer 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 recherche, de développement et d'innovation au sein de la filière. Les 24 projets retenus dans l'édition 2016 doivent permettre la mobilisation de plus de 4 millions de mètres cubes sur trois ans (dont la moitié de bois-énergie) pour un budget de 35 M€ (issus du Fonds Chaleur). En 2016, l'Etat dédie 17,7 M€ en crédits de paiement pour ce fonds. Il devrait atteindre les 17,5 M€ en 2018. Avec les Fonds Européens de Développement Régional (FEDER) et les crédits du programme d'investissement d'avenir, le fonds pourrait atteindre 100 M€.
- 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 » permet d'accompagner 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, représentant un investissement total de 148 M€ pour 56 M€ d'aides publiques programmées. Ces projets doivent permettre la récolte de 3 à 4 Mt additionnelles de bois-énergie en 4 ans destinées aux chaufferies à biomasse.

Remplacement du tarif d'obligation d'achat par des appels d'offres

En janvier 2011, un tarif d'achat de référence est fixé à 43,4 €/MWh pour l'électricité produite à partir de centrales à cogénération biomasse. Pour les installations de puissance supérieure à 5 MW, s'ajoute à ce tarif une prime comprise entre 77,1 €/MWh et 125,3 €/MWh attribuée en fonction de critères de puissance, de ressources utilisées et de performance énergétique. Ne concernant que 7 centrales biomasse, ce dispositif est finalement abrogé le 30 mai 2016 afin que la France se conforme aux exigences de l'Union Européenne en matière d'aides d'État.

Désormais, le dispositif qui prévaut pour la biomasse solide est l'appel d'offres, avec une variante : les prix fixes d'achat sont remplacés par le prix de marché. À ces prix fixes s'ajoute un complément de rémunération variable selon le prix objectif défini par le candidat dans sa réponse à l'appel d'offres.

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

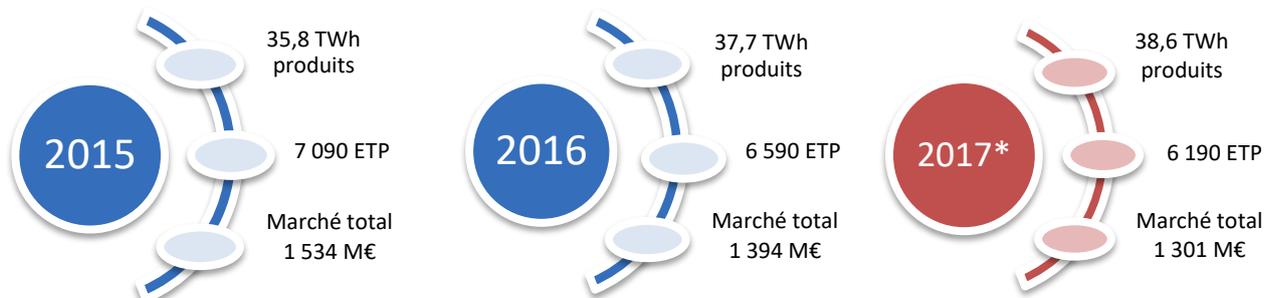
Trois principaux acteurs pour la construction de chaudières biomasse

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 2016 un CA de 24,6 M€ pour près de 60 salariés. Compte R possède 3 sites de production en France, ainsi que des filiales en Biélorussie, Pologne, Espagne, ainsi qu'au Canada.
- Leroux et Lotz Technologies fabrique des chaudières de 5 à 100 MW, ainsi que des chaudières de petites puissances. En 2016, elle réalise un CA de 59,3 M€ pour 195 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 MWélec.

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Fin de la conversion de Gardanne et recul des investissements en 2016

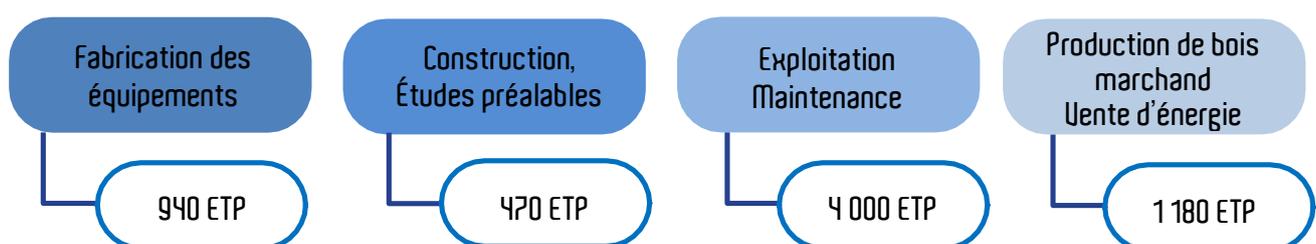
De nombreux projets connaissent des difficultés de mises en service, de financement (quand le prix de vente proposé pour gagner l'appel d'offres est insuffisant), d'approvisionnement (quand celui-ci est lié à une entreprise qui fait défaut), voire même d'acceptation sociale pour les chaufferies les plus 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 (plus de 235 M€ en moyenne).

Sur la base d'un bilan des réalisations effectives des programmes cités (CRE et Fonds Chaleur (dont BCIAT)¹³), on estime les investissements domestiques dans les nouvelles capacités de production à 339 M€ en 2016, contre 534 M€ l'année précédente. 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 2014 à 2016.

En 2016, 37,7 TWh sont produits par les chaufferies biomasse sous forme thermique ou électrique. La vente domestique d'énergie s'élève à 1 007 M€ (exploitation et maintenance comprises).

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



¹³ D'autres projets peuvent être réalisés en dehors des programmes cités. Il n'existe cependant aucune donnée globale sur les réalisations annuelles.

Les emplois liés aux investissements (y compris pour les exportations) baissent de 38 % entre 2015 (2 280 ETP) et 2016 (1 410 ETP). En 2016, ces emplois concernent 940 ETP dans la fabrication des équipements (dont 180 ETP destinés à l'exportation) et 470 ETP dans la construction et les études préalables.

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 4 810 ETP en 2015 à 5 180 ETP en 2016.

Prévisions à la baisse, mais plusieurs éléments favorables à la filière

Sur la base des projets identifiés (CRE et Fonds Chaleur (BCIAT inclus)), on estime les investissements domestiques à 211 M€ en 2017, en forte baisse de 37,7 % par rapport à 2016. La baisse s'explique par la fin d'un grand projet (conversion de Gardanne) et par une baisse du Fonds Chaleur dès 2013. Les emplois baissent à 6 190, soit 400 emplois de moins qu'en 2016 (conséquence de la baisse des investissements).

Lancé en février 2016 pour un volume total de 180 MWe, l'appel d'offres CRE-5 comporte 3 périodes de candidatures réparties sur 3 ans. Cet 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 de 10 MWe pour les nouvelles installations de méthanisation de plus de 500 kWe. Les résultats des deux premières tranches sont les suivants :

- **CRE 5-1 d'avril 2017** - 14 lauréats retenus : 12 en bois-énergie et 2 en méthanisation. Investissement total de plus de 170 M€. Production d'électricité à partir de biomasse solide de 62 MWe.
- **CRE 5-2 de février 2018** - 11 lauréats retenus : 9 en bois-énergie et 2 en méthanisation. Production d'électricité à partir de biomasse solide de 52,9 MWe.

Cette année, le tarif moyen, pondéré par la puissance des installations des lauréats pour les centrales de bois-énergie inférieures à 3 MW, est égal à 137 €/MWh. Ce tarif est inférieur à celui des lauréats de la même catégorie de la 1^{ère} tranche (149 €/MWh).

Une troisième période de candidature était ouverte du 29 juin au 31 août 2018. Les résultats doivent être publiés en 2019.

Objectifs 2018-2023 de la PPE

En termes de puissance totale installée en bois-énergie, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) fixe les objectifs suivants :

- **Production d'électricité** : Objectif de 540 MW en 2018 et de 790 MW (option basse) à 1 040 MW (option haute) en 2023 ;
- **Production de chaleur** : Objectif de 12 000 ktep en 2018 et de 13 000 ktep (option basse) à 14 000 ktep (option haute) en 2023.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	137	132	90	125	191	270	300	277	302	348	205	120
Importations d'équipements	39	46	52	50	65	90	110	83	100	90	69	43
Construction, Études préalables	46	51	43	48	65	95	115	100	97	96	65	47
Total des investissements	221	228	185	222	322	455	524	460	498	534	339	211
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	328	338	375	389	417	515	684	739	832	923	1 007	1 056
Marché domestique *	549	566	561	611	739	970	1 209	1 199	1 330	1 456	1 346	1 267
Exportations												
Equipements et ingénierie	35	34	31	33	49	59	68	108	64	77	48	35
Marché total **	584	600	592	644	788	1 029	1 277	1 307	1 394	1 534	1 394	1 301
Production **	545	555	540	595	722	939	1 167	1 224	1 295	1 444	1 326	1 258

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements pour la France	610	530	370	560	780	1 000	1 120	1 020	1 130	1 270	760	450
Construction, Études préalables	370	390	320	380	500	710	850	740	710	710	470	340
Total	980	920	690	930	1 280	1 710	1 970	1 750	1 840	1 980	1 230	790
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	3 400	3 160	3 350	3 510	3 340	3 780	4 180	4 280	4 590	4 810	5 180	5 270
Liés au marché domestique	4 380	4 090	4 040	4 450	4 620	5 490	6 150	6 040	6 430	6 790	6 410	6 060
Liés aux exportations	160	140	120	150	200	230	260	360	260	300	180	130
Total des emplois	4 530	4 230	4 160	4 590	4 820	5 710	6 410	6 400	6 690	7 090	6 590	6 190

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	2017p
Puissance mise en service dans l'année MW	159	219	283	251	271	300	512	665	551	449	465	212
Électricité (AO CRE et tarifs d'achats)	0	66	0	20	4	73	53	66	34	64	205	20
Fonds chaleur (BCIAT inclus)	159	153	283	232	267	227	459	599	517	384	260	192
Production d'énergie (TWh)	21,8	20,4	22,0	23,9	22,9	25,9	29,3	31,4	33,9	35,8	37,7	38,6

(*) La centrale biomasse de Gardanne est incluse dans les nouvelles puissances installées des projets de la CRE en 2016 (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 transmises¹⁴ ; Bilans du Fonds Chaleur (dont BCIAT) - SDES : Bilan des énergies renouvelables ; Tableau de bord des énergies renouvelables - CRE : Délibérations sur les CSPE, Annexes 1

Note : Les résultats de la présente fiche ne sont pas comparables avec ceux des éditions précédentes suite à plusieurs modifications : changement de série du SDES sur l'énergie produite ; révision des données relatives aux projets BCIAT de l'ADEME (prise en compte des projets abandonnés entre 2009 et 2017) ; mise à jour des données du Fonds Chaleur (ADEME) à partir de 2010.

¹⁴ 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) »

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Mises en service annuelles (MW)			
Projets CRE		Données transmises par l'ADEME ¹⁵	***
BCIAT et Fonds Chaleur		ADEME, Bilans du BCIAT et Fonds Chaleur	***
Investissement CRE (M€)	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)	**
Investissement BCIAT (M€)	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	***
Investissement Fonds Chaleur (M€)	Répartition des aides : ½ pour l'année n-1, ½ pour l'année n	ADEME, Bilans du BCIAT et Fonds Chaleur	***
Décomposition des investissements (M€)			
Chaudières (M€)	Projet CRE : 20 % Projet Fonds Chaleur : 25 %	SER ; Étude CRE ¹⁶ ; Étude Ernst & Young ¹⁷	**
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	**
Fabrication des chaudières (M€)	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	***
Marché des autres équipements (M€)	Répartition de l'investissement pour autres équipements selon FBCF	Eurostat, Tableau entrées-sorties	**
Emplois d'investissement (ETP)			
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 2016 : CN, Branches A38.CJ et A38.CK	**
Construction (ETP)	Construction M€ x Ratio [Production/Emploi]	2006 à 2016 : CN, Branche A88.43	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x Ratio [Production-Sous-traitance/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.71 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12	**

¹⁵ 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)

¹⁶ CRE (2014), Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine

¹⁷ Ernst & Young (2014), Évaluation de l'impact des projets soutenus dans le cadre du Fonds Chaleur BCIAT



Énergie produite (ktep, GWh)			
Chaleur produite (ktep)	Secteur résidentiel/collectif/tertiaire (vendue) et industriel (autoconsommation)	2006 à 2011 : SDES, Bilans des EnR 2012 à 2017 : 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 des EnR 2017 : Estimation selon CRE	**
Électricité autoconsommée (GWh)	Électricité produite – électricité vendue	Électricité vendue : CRE, Délibérations sur la CSPE, Annexes 1	**
Prix de l'énergie vendue (€/MWh)			
Chaleur (€/MWh)	Part variable du prix de la chaleur	Enquêtes annuelles du SNCU	***
Électricité (€/MWh)		CRE, Délibérations sur la CSPE	***
Passage de l'énergie produite en bois consommé			
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	**
Part marchande du bois utilisé (%)			
Chaleur vendue (résidentielle/collective/tertiaire)	100 %	Hypothèse In Numeri	*
Électricité vendue	57 %	Rapports de la CRE	**
Chaleur et électricité autoconsommée	30 %	EAECI	**
Bois marchand utilisé pour la production d'énergie autoconsommée			
Valeur (M€)	Quantités de bois ktonnes x Prix €/tonne	Prix : Études ADEME ¹⁸	**
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME ¹⁹	**
Exploitation-maintenance			
Emplois associés (ETP)	Quantité de bois ktep x Ratio ETP/ktep	Ratio : Étude ADEME ²⁰	**
Valeur (M€)	1/2 des emplois des installations de production d'énergie autoconsommée x Ratio k€/ETP	Ratio : 2006 à 2008 : CN, Branche A88.33 ; 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33.11Z	**

(*) 1 ktep = 11,628 GWh

(**) 1 tep = 0,25 tonnes

¹⁸ 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

¹⁹ Étude réalisée par Algoé Blézat (ADEME, 2007), Évaluation des emplois de la filière biocombustibles

²⁰ 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, ainsi que 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 2016 (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 2017, 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 selon les données de la Comptabilité Nationale (CN) ou d'ESANE.

Vente d'énergie (chaleur, électricité, bois marchand dans la production d'énergie autoconsommée) et 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). On valorise ensuite les différentes énergies marchandes avec les prix de la CRE (électricité vendue), du SNCU (chaleur du secteur résidentiel, collectif et tertiaire), des études ADEME réalisées par BASIC et CODA Stratégie (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 d'une part (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).

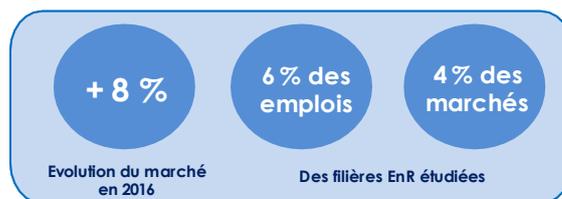
8. Réseaux de chaleur

Points clés

Près de 750 projets soutenus par le Fonds Chaleur

Entre 2009 et 2016, plus de 700 projets (création et extension) liés aux réseaux de chaleur (RC) sont aidés par le Fonds Chaleur de l'ADEME, ce traduisant à terme par la distribution de 291 ktep de chaleur. La création du Fonds Chaleur a été décisive pour le développement des réseaux alimentés par les énergies renouvelables (de 120 km/an en 2009 à 348 km/an en 2016).

En 2016, les marchés liés à la construction et l'extension des RC et à la distribution de chaleur représentent 1 Mds€, en hausse de 5,7 % par rapport à 2014. Les emplois associés passent de 4 810 ETP en 2014 à 4 960 ETP en 2016, soit une hausse de 3 %.

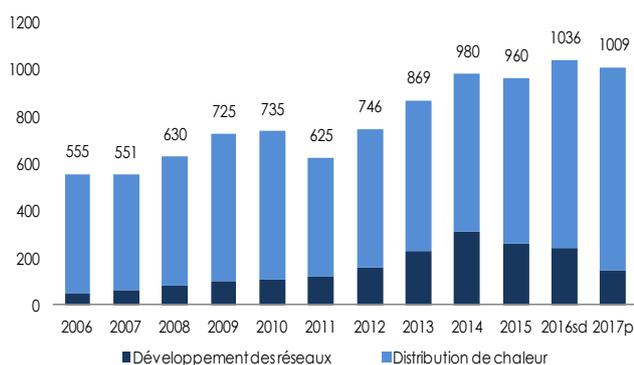


Tendances observées 2014-2016

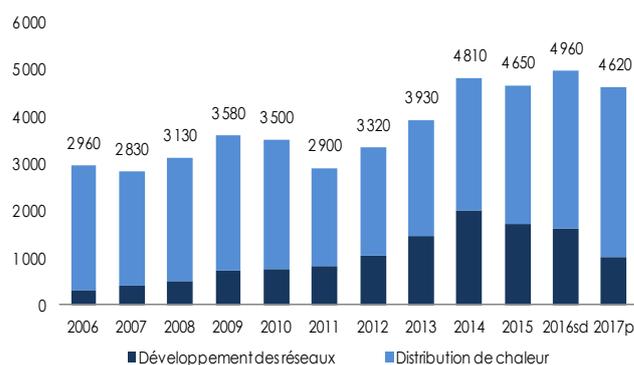


En 2016, les 1 630 emplois liés à la réalisation des RC se répartissent entre ceux liés à la construction des canalisations (710 ETP), à l'installation des sous-stations (710 ETP) et aux études préalables (210 ETP).

Marchés liés aux réseaux de chaleur (M€)



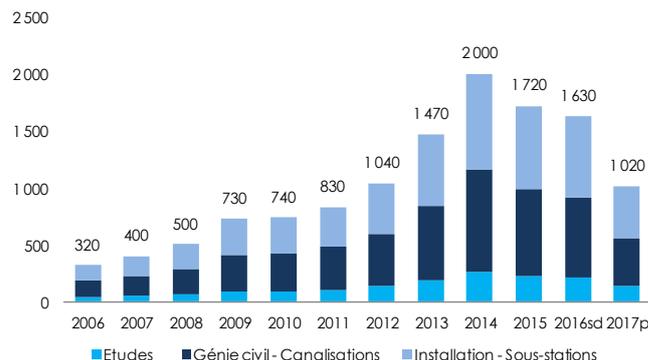
Emplois associés aux réseaux de chaleur (ETP)



Mise en service annuelle des réseaux de chaleur (km)



Emplois associés à la réalisation des réseaux de chaleur (ETP)



De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont les emplois directs associés aux activités de construction des réseaux de chaleur et de distribution de chaleur. Ne sont pas inclus les emplois indirects (fabricants de tuyaux et d'échangeurs de chaleurs). La production de chaleur elle-même 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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Construction
Distribution

Réalisation et développement des réseaux de chaleur
Distribution de chaleur



Contexte réglementaire

Réseaux confortés par la LTECU

Dans le cadre de la transposition de la 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, l'arrêté du 17/01/2012 définit les réseaux de chaleur/froid comme les systèmes de chauffage/refroidissement urbains qui correspondent à la distribution d'énergie thermique sous forme de vapeur, d'eau chaude ou de fluides réfrigérants, 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.

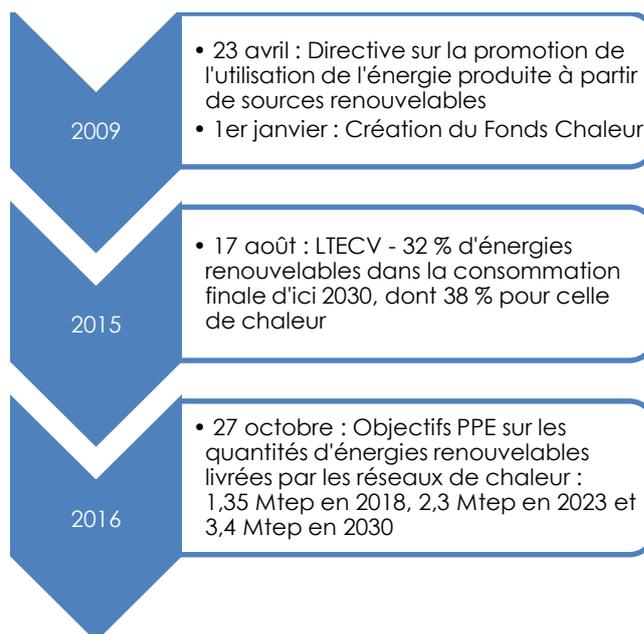
Les réseaux de chaleur se sont essentiellement développés en France à partir de 1950, en accompagnement de la politique de logement collectif et de l'urbanisation. Après un ralentissement dans les années 1970, leur progression reprend dans les années 1980 avec, en particulier, les réseaux liés à la géothermie et à l'incinération des déchets urbains.

Créé en 2009, le Fonds Chaleur attribue des subventions pour le développement des réseaux de chaleur selon des critères définis chaque année. Le principal critère est le pourcentage d'énergies renouvelables alimentant le réseau (minimum 50 %). Par ailleurs, la plupart des opérations d'amélioration énergétique des réseaux existants sont éligibles au système des Certificats d'Économie d'Énergie.

Promulguée en 2015, la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) apporte un socle juridique plus précis (article 194). Ainsi, elle inscrit l'objectif de 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'ici 2030, dont 38 % pour la consommation finale de chaleur. Cela équivaut à multiplier par 5 la chaleur renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid par rapport à l'année de base 2012. Pour y parvenir, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) définit les quantités d'énergies renouvelables livrées par les réseaux de chaleur pour 2018 (1,35 Mtep), 2023 (2,3 Mtep) et 2030 (3,4 Mtep).

UVE et biomasse en tête des progressions dans le bouquet énergétique

Selon les enquêtes du Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU), les 669 réseaux de chaleur recensés en 2016 avaient pour longueur totale plus de 5000 km. En 2016, 53 % de l'énergie thermique des réseaux de chaleur est d'origine renouvelable, et 47 % d'origine fossile. Le gaz naturel, remplaçant du fioul et du charbon depuis 2000, reste la source d'énergie majoritaire (39 % du bouquet énergétique), suivi par les Unités de Valorisation Énergétique (UVE ; 25 %) et la biomasse (21 %).



Les 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), 4 500 réseaux chauffent 100 millions d'habitants dans 32 pays européens en 2016, soit 10 % du marché du chauffage.
- Le développement des réseaux de chaleur est très inégal en Europe. Ils sont en général plus développés dans le Nord, l'Est et le centre de l'Europe.
- 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 50 M€ en 2016 pour 240 emplois). La décomposition des marchés ne permettant pas de déterminer la part des équipements, les emplois de ces fournisseurs sont considérés comme des emplois indirects et ne sont pas comptabilisés dans cette fiche.

Gestionnaires de réseaux : grands groupes spécialisés et régies

Selon l'enquête 2017 sur les réseaux de chaleur et de froid (restitution des statistiques 2016) réalisée par le SNCU, 26 % de l'ensemble des réseaux est exploité en régie (dont 77 % avec contrat d'exploitation et 23 % sans contrat), ce qui ne représente que 4 % de la chaleur livrée. Les délégations de service public (concession) représentent 39 % 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, Cofely (groupe Engie Energies Services), IDEX et Coriance.

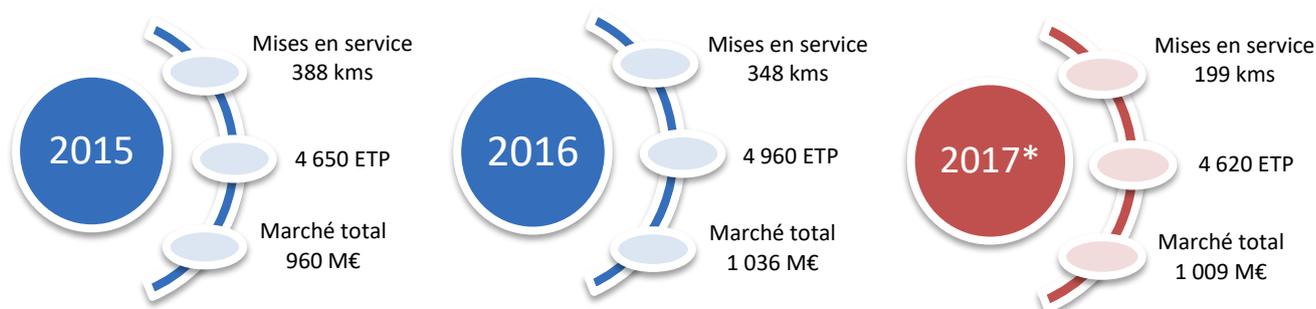
Suite à un accord finalisé en 2014, la filiale Dalkia d'EDF et Véolia disparaît, EDF reprenant les activités France de l'entreprise (Dalkia France) et Véolia conservant les activités à l'international. Toutes activités confondues, Dalkia France réalise un CA de 2 Mds€ pour 9 610 salariés en 2016.

Cofely, leader européen des services multi techniques, exploite près de 100 réseaux de chaleur et de froid. En 2016, l'entreprise affiche un CA de 2 Mds€ et emploie 10 930 personnes.

IDEX gère 50 réseaux urbains de chaud et de froid, du petit réseau rural au réseau alimentant l'ensemble de la Défense. En 2016, le groupe affiche un CA de 724 M€ et collabore avec 3 600 personnes.

En 2008, le groupe Coriance est cédé à l'italien A2A. Le gestionnaire de fonds KKR en prend le contrôle en 2012. En 2017, le groupe gère 30 réseaux de chaud et un réseau de froid est en cours de projet, avec l'équivalent de 160 000 logements desservis. Son CA s'élève à 160 M€ pour 350 effectifs la même année.

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Réalisation des réseaux

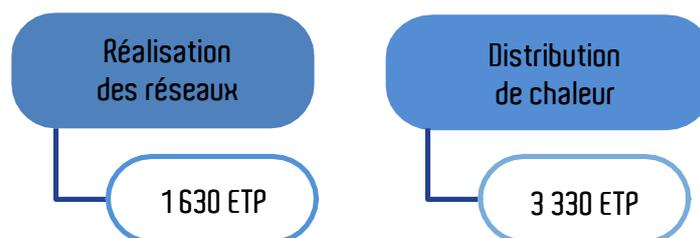
En 2016, la longueur des réseaux de chaleur mise en service (par création ou extension) est estimée à 348 km, contre 388 km en 2015. Cette baisse de 10,5 % est en partie liée au contexte de pré-élections municipales de 2014, ralentissant la mise en œuvre de nouveaux projets.

La valeur annuelle des investissements liés à ces réalisations de RC est estimée à 240 M€ en 2016, en baisse de 7,8 % par rapport à l'année précédente.

Distribution de la chaleur

Selon l'enquête 2017 (restitution des statistiques 2016) du SNCU, la part fixe moyenne des facturations des réseaux est de 45 %. Le marché lié à la distribution d'énergie est estimé à 796 M€ en 2016, en hausse de 13,8 % par rapport à l'année précédente.

En 2016, 4 960 emplois dans la filière des réseaux de chaleur



Le nombre d'emplois associés aux activités des réseaux de chaleur passe de 4 650 ETP en 2015 à 4 960 ETP en 2016, soit une hausse de 6,5 %. La baisse des emplois de construction des réseaux (de 1 720 à 1 630 ETP, soit -5,4 %) est compensée par la hausse des emplois liés à la distribution d'énergie (de 2 930 à 3 330 ETP, soit +13,5 %).

Prévisions et tendances 2017

Dans le cadre de la Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, les objectifs fixés à l'horizon 2020 sont un triplement du nombre d'équivalents logements raccordés (soit 6 millions de logements) et un doublement de la part des énergies renouvelables et de récupération (soit 75 %) par rapport à la situation actuelle (article 8 et article 19).

Ces objectifs apparaissent difficilement atteignables, cela malgré l'impulsion donnée par le Fonds Chaleur. Selon l'enquête du SNCU, le nombre équivalents logements desservis par les réseaux de chaleur augmente de plus de 219 530 entre 2005 et 2012. Depuis 2016, on observe une augmentation annuelle moyenne de 90 000 équivalents logements desservis. Cette tendance se poursuivra après 2017 et jusqu'en 2019. Même si l'on admet une sous-estimation de la croissance des petits réseaux dans l'enquête, il apparaît que l'on soit loin du rythme nécessaire.

Les estimations et les prévisions d'investissement pour l'année 2017 sont basées sur les engagements du Fonds Chaleur. Ainsi, les investissements dans la réalisation de RC vont fortement diminuer par rapport à 2016, pour s'établir à 146 M€. Les emplois associés suivent la même tendance que les investissements et baissent à 1 020 ETP. Ces chiffres en baisse s'expliquent essentiellement par le contexte du moment, à savoir un contexte politique rendant difficile la création de projets, mais aussi la fin de la 1^{ère} version du Fonds chaleur. Ces deux facteurs, se déroulant en 2014, impactent les mises en service à partir de 2017.

La distribution d'énergie serait estimée à 863 M€ (une hausse de 8,4 % par rapport à 2016) pour 3 600 emplois.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Construction et réalisation des réseaux												
Études préalables	6	7	10	12	13	15	19	27	37	31	29	18
Génie civil	21	27	35	44	46	53	70	100	136	114	105	64
Installation	21	27	35	44	46	53	70	100	136	114	105	64
Total des investissements	49	62	80	100	105	121	159	227	310	260	240	146
Distribution de la chaleur	506	488	550	625	630	505	587	642	670	699	796	863
Marché total *	555	551	630	725	735	625	746	869	980	960	1 036	1 009

*Marché total = Investissements domestiques + Distribution de la chaleur

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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Construction et réalisation des réseaux												
Études préalables	40	50	60	80	90	100	130	190	260	220	210	130
Génie civil	140	170	220	320	340	380	460	650	910	760	710	430
Installation	140	180	220	320	320	350	440	630	840	740	710	450
Total	320	400	500	730	740	830	1 040	1 470	2 000	1 720	1 630	1 020
Liés à la distribution de la chaleur	2 630	2 430	2 620	2 850	2 750	2 080	2 290	2 450	2 810	2 930	3 330	3 600
Total des emplois	2 960	2 830	3 130	3 580	3 500	2 900	3 320	3 930	4 810	4 650	4 960	4 620

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	2016sd	2017p
Mise en service annuelle	83	83	70	120	163	160	128	191	254	388	348	199

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



Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Construction des RC (M€)	Longueur x Coûts unitaires		
Longueur (mètre)		2006 à 2011 : SNCU, Enquêtes annuelles 2012 à 2017 : ADEME, Bilans Fonds Chaleur	***
Coûts unitaires (€/mètre)	€/mètre	2006 à 2012 : INSEE, Index TP10a (IdBank 1688290) 2013 à 2017 : ADEME, Bilans Fonds Chaleur	**
Décomposition des investissements (M€)	Études, génie civil, installation, hors production de chaleur	ADEME, Étude Perdurance 2009	**
Vente d'énergie (M€)	CA global des réseaux x Part fixe des facturations	2006 à 2016 : SNCU, Enquêtes annuelles 2017 : ADEME, Bilan Fonds Chaleur	***
Emplois (ETP)			
Études préalables (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.71 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12B	**
Génie civil (ETP)	Génie civil M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.42 2009 à 2015 : ESANE, NAF 42.21Z	**
Installation (ETP)	Installation M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche A88.42 2009 à 2015 : ESANE, NAF 33.20	**
Distribution de chaleur (ETP)	Vente d'énergie M€ x ratio [Marges/Emploi]	2009 à 2015 : ESANE, NAF 35.30Z	**

Méthode générale d'évaluation

Réalisation des réseaux

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 par année d'engagement de 2010 à 2014 (soit mises en service de 2013 à 2017). Pour les années antérieures, on fait évoluer le coût 2010 selon l'index Travaux Publics de l'INSEE (TP10a).

La valeur obtenue (longueurs x prix 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 2020 (engagements Fonds Chaleur de 2017).

Distribution d'énergie

Le marché de la distribution de chaleur est estimé à partir du CA global des réseaux et de la part fixe moyenne dans la facturation. Ces données sont issues des enquêtes du SNCU de 2006 à 2016. Pour 2017, le Fonds Chaleur donne la quantité de chaleur supplémentaire (MWh) produite sur l'année. On multiplie cette quantité par le prix unitaire moyen (SNCU) et on l'ajoute à la valeur de l'énergie vendue en 2016.

Estimation des emplois

Pour estimer les emplois associés à la construction, on décompose les investissements en activité d'études préalables, de génie civil et d'installation (ADEME). Par la suite, les emplois sont estimés selon les ratios [Production/Emploi] issus de la Comptabilité Nationale (A88.71 Activités d'architecture et d'ingénierie ; A88.42 Génie civil) de 2006 à 2008 et les ratios [Production-Sous-traitance/Emploi] issus d'ESANE (NAF 71.12B Ingénierie, études techniques ; NAF 42.21Z Construction de réseaux pour fluides ; NAF 33.20 Installation de machines et d'équipements industriels) de 2009 à 2015. Les ratios 2016 et 2017 sont estimés selon la tendance observée sur les années précédentes.

Les emplois liés à la distribution de chaleur sont estimés selon les ratios [Marges commerciales/Emploi] d'ESANE (NAF 35.30Z Production et distribution de vapeur et d'air conditionné) de 2009 à 2015. Les ratios des années antérieures et ultérieures sont estimés par tendance linéaire. Les ratios 2016 et 2017 sont estimés selon la tendance observée sur les années précédentes.

9. Biocarburants de la filière essence



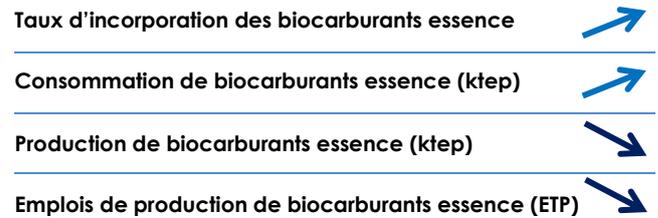
Points clés

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 2016, les biocarburants essence (bioéthanol et bioessence) représentent près de 6,99 % (contenu énergétique) de la consommation d'essence en France. En hausse par rapport à 2015 (6,39 %), ce pourcentage atteint les objectifs fixés au niveau français (7 %).

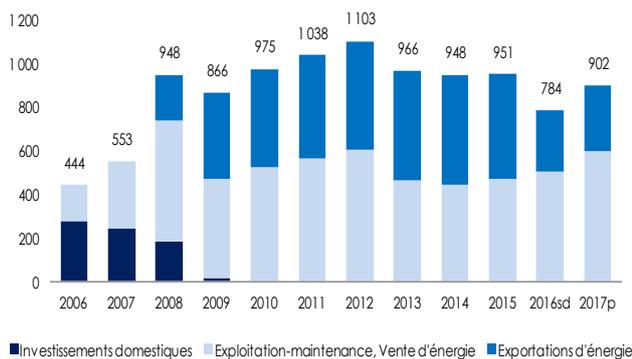
Les échanges extérieurs de bioéthanol et d'ETBE (Éther Éthyle Tertiobutyle) de la France sont structurellement bénéficiaires. Cependant, ce solde ne cesse de baisser depuis 2013 (329 M€) et atteint les 101 M€ en 2016.

Tendances observées 2014-2016

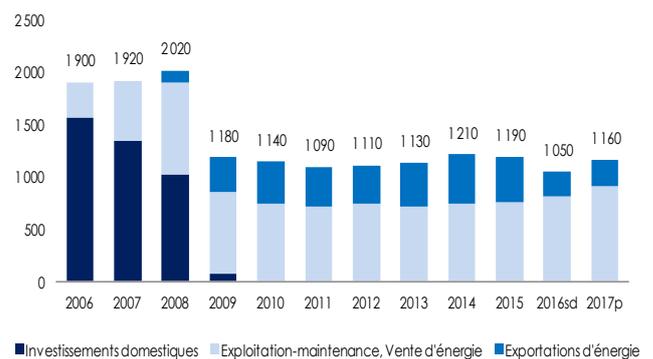


Les emplois industriels et directs liés à la production de biocarburants essence baissent de 13,2 % entre 2014 et 2016, conséquence d'une baisse de 9,9 % de la production de bioéthanol et d'ETBE (610 ktep en 2016, contre 677 ktep en 2014).

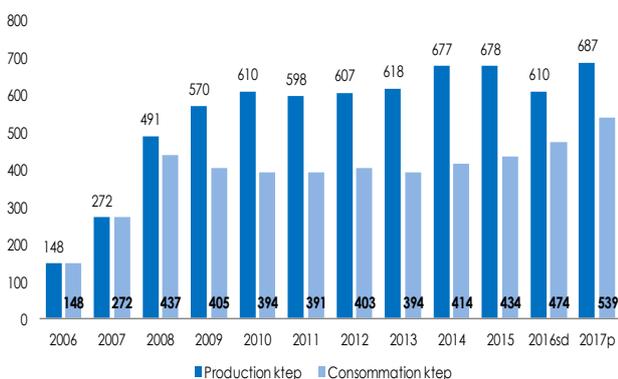
Marchés liés aux biocarburants essence (M€)



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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Fabrication	Fabrication des équipements utilisés dans la production des biocarburants essence
Construction	Construction des unités de production de biocarburants essence
Vente d'énergie	Vente de bioéthanol et d'ETBE

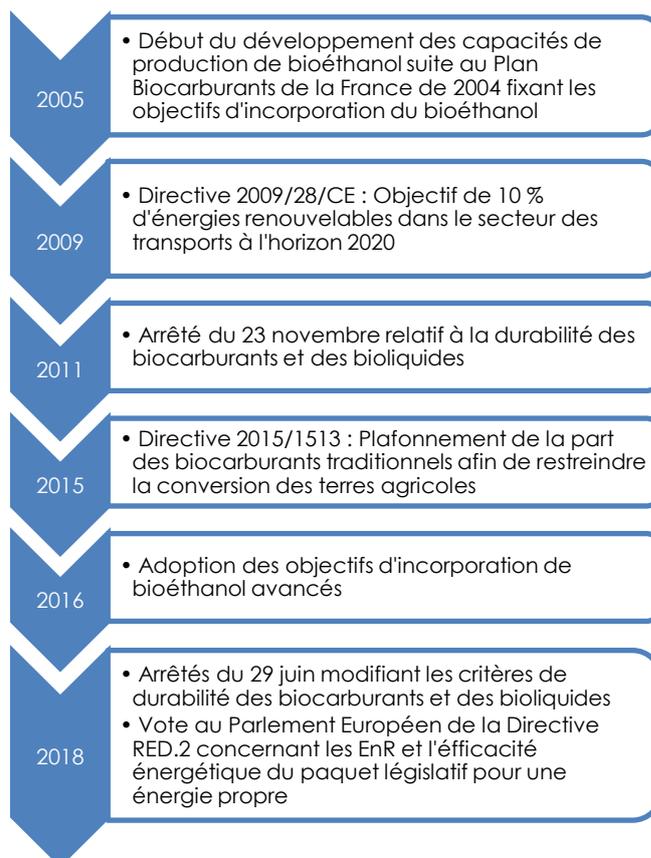
Contexte réglementaire

Politique de développement des biocarburants

Le développement de la production des biocarburants de première génération répond à plusieurs objectifs : diminuer les importations de produits pétroliers, baisser les importations de tourteaux pour l'alimentation du bétail, diminuer les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que maintenir des débouchés aux produits agricoles.

Mis en place en 2004, le Plan Biocarburants de la France fixe un objectif d'éthanol incorporé dans l'essence de 6,25 % (en contenu énergétique) en 2009, de 7 % en 2010 et de 10 % en 2015. Pour satisfaire ces objectifs, les industriels mettent en place des capacités de production de plus d'un million de tonnes entre 2005 et 2009. Le Plan Biocarburants 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. Cette détaxation baisse régulièrement, passant de 27 €/hl en 2008 à 14 €/hl entre 2011 et 2013. Elle est fixée à 7 €/hl en 2015 et supprimée à partir de 2016.

En 2015, le taux d'incorporation de biocarburants dans l'essence est de 6,39 % PCI. Il passe à 6,99 % PCI en 2016 et 7,49 % PCI en 2017. De nouvelles normes et dispositions permettent l'augmentation 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 d'origine fossile, pénalise le déficit d'incorporation par rapport aux objectifs annuels.



Critères de durabilité des biocarburants

La directive 2009/28/CE²¹ fixe pour chaque État membre la part des sources renouvelables dans toutes les formes de transport en 2020 à au moins 10 % de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports. Cet objectif concerne l'ensemble des énergies renouvelables (biogaz, électricité d'origine renouvelable et hydrogène). Cette directive fixe des critères de durabilité pour les biocarburants produits et consommés. L'un de ces critères impose que les biocarburants permettent une réduction des émissions de GES de minimum 35 % par rapport à celles des carburants fossiles. Ce taux est de 50 % en 2017. La directive précise également les contraintes environnementales de la production des biocarburants (biodiversité et types de sols).

Afin de répondre aux préoccupations sur les impacts du changement d'affectation des sols indirects, la nouvelle directive 2015/1513²² limite la contribution des biocarburants de 1^{ère} génération dans l'énergie finale consommée dans les transports à 7 % d'ici 2020. Par le biais des règles de comptabilisation, cette directive tend à favoriser les biocarburants issus de différentes matières dont les huiles usagées, les algues, ainsi que certains biodéchets.

Le 29 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.

En novembre 2018, le Parlement Européen confirme l'accord (intervenu en juin) portant sur les projets de directives sur les EnR et l'efficacité énergétique du paquet législatif pour une énergie propre. Cette nouvelle directive fixe un objectif de 14 % d'EnR dans les transports d'ici 2030. Les biocarburants restent plafonnés à 7 %. Les biocarburants avancés et le biogaz sont plafonnés à au moins 1 % en 2025 et au moins 3,5 % en 2030. À partir de 2019, le plafonnement de l'utilisation des biocarburants de 1^{ère} génération et des matières premières contribuant à la déforestation (huile de palme et soja) diminuera progressivement, jusqu'à atteindre 0 % en 2030.

²¹ Directive de la Commission Européenne du 23 avril 2009 sur l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

²² Directive de l'Union Européenne du 9 septembre 2015 modifiant les directives Qualité des carburants et des EnR

France, septième producteur mondial de bioéthanol

En 2016, la France est le 7^{ème} producteur mondial de bioéthanol (713 km³ par an), après les États-Unis (44 755 km³), le Brésil (21 086 km³), la Chine (2 483 km³), le Canada (1 392 km³), la Thaïlande (1 007 km³) et l'Inde (876 km³).

Au niveau européen, la France est le 2^{ème} pays consommateur de biocarburants destinés au transport (474 tep), derrière l'Allemagne (745 tep) et devant le Royaume Uni (415 tep).

Sources : Données mondiales : U.S. Energy Information Administration ; Données européennes : EurObserv'ER (2017), État des énergies renouvelables en Europe

Les acteurs de la filière des biocarburants essence

Fabrication des équipements

En 2016, le secteur de fabrication d'équipements dans l'industrie agro-alimentaire²³ réalise un CA de 1,89 Mds€ (niveau quasi stable par rapport à l'année précédente), en employant plus de 8 700 salariés.

La société Maguin est le seul fabricant d'équipements pour l'industrie sucrière en France (63,3 M€ de CA en 2016, dont 48,3 M€ à l'exportation, pour 210 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.

Ingénierie et construction d'unités de production

La majorité des usines de production de biocarburants essence sont construites par des entreprises d'ingénierie spécialisées.

TechnipFMC (anciennement Technip) détient une position de leader sur le marché des installations de production de biocarburants. En 2014, l'ingénieur français annonce une alliance avec la société BiochemTex (spécialisée dans les technologies de production de bioéthanol de deuxième génération (2G) à base de matériel cellulosique). Désormais, Technip est en charge de réaliser les futures installations basées sur la technologie de conversion de biomasse cellulosique en produits pétroliers, mis au point par la filiale de Beta Renewables. En 2016, Technip réalise un CA de plus de 15 Mds€ et emploie 37 000 personnes.

Parmi les autres sociétés intervenant dans le domaine des biocarburants, on peut également citer VINCI Energies (via le réseau Actemium) et SNC-Lavalin (avec l'acquisition d'Agro-Bio-Sucres Engineering).

Production de biocarburants essence

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 : Toutes activités confondues, le groupe Tereos réalise en 2016/2017 un CA de 4,8 Mds€, en hausse de 600 M€ par rapport à l'exercice précédent. Le groupe emploie 23 000 personnes (permanents et saisonniers). Sa production mondiale de bioéthanol s'élève à plus de 1 Mm³ par an. Chacune de ses deux unités de production en France, Origny et Lillebonne, ont une capacité de production de 240 000 m³. Le groupe est notamment présent au Brésil, avec une production de bioéthanol à partir de canne à sucre (600 000 m³).

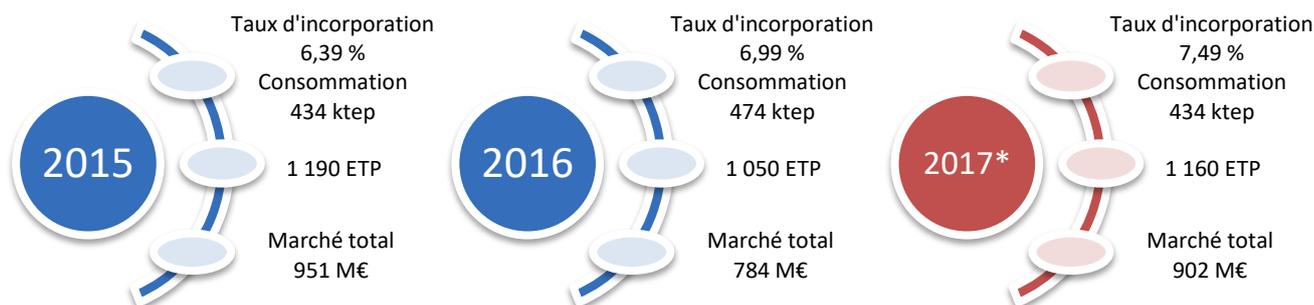
Cristal Union : Le groupe Cristal Union est le 3^{ème} producteur de bioéthanol européen, avec une production de 5 Mhl sur l'année d'activité 2015/2016. Sur cette même période, le groupe réalise un CA (toutes activités confondues) de 2,4 Mds€, en regroupant 10 000 coopérateurs et en employant 2 000 collaborateurs. 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 (Vertex Bioenergy) : Depuis 2008, le groupe possède une capacité de production de 200 000 tonnes à Lacq. En 2016, l'entreprise réalise 136 M€ de CA, dont 302 M€ à l'exportation, pour un effectif de 65 employés.

²³ ESANE, NAF 28.93Z Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire



Situation et perspectives 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

Les derniers investissements d'outils industriels de production de biocarburants essence sont réalisés entre 2005 et 2009 afin de répondre à la croissance des objectifs annuels d'incorporation (Plan Biocarburants de la France de 2004). L'objectif étant quasi stabilisé depuis 2010, aucun nouvel investissement dans le développement des capacités de production n'est identifié depuis.

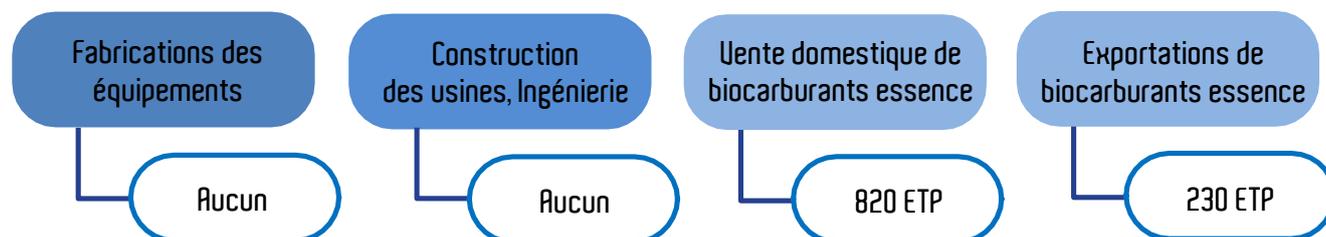
Cependant, les entreprises continuent à investir ou à s'associer à des investissements collectifs sur les sites existants pour améliorer le bilan carbone de leurs productions : chaudières à biomasse ou à déchets ménagers, méthanisation des effluents, captation et réutilisation du CO₂ de fermentation, ainsi que géothermie. Par conséquent, les performances moyennes des productions françaises d'éthanol dépassent largement le minimum de 50 % d'économie de CO₂ 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, estimé à 300 M€ entre 2009 et 2016 selon la profession, correspond à d'autres domaines de la transition énergétique. Par conséquent, il est implicitement inclus dans les filières en question (géothermie, biogaz, bois-énergie du secteur collectif, industriel et tertiaire) et exclu de la présente fiche.

Baisse des prix des biocarburants essence depuis 2013

Dans un contexte de surcapacité de production en Europe, les prix des biocarburants essence fluctuent fortement. Après avoir atteint ponctuellement plus de 700 €/m³ à l'été 2012, ils baissent à 650 €/m³ en moyenne en 2013. Depuis, les prix ne cessent de baisser, pour atteindre en moyenne 505 €/m³ en 2016. La valeur de la production des biocarburants essence (y compris pour les exportations) passe ainsi de 725 M€ pour 678 ktep de biocarburants essence produits en 2015 à 606 M€ pour 610 ktep de biocarburants essence produits en 2016.

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 2016, ces emplois s'élèvent à 1 050 ETP, en baisse de 11,8 % par rapport à 2015.



Prévisions 2017 : production et consommation à la hausse

En 2017, le taux d'incorporation des biocarburants essence (bioéthanol et bioessence) s'élève à 7,49 %. Les ventes de supercarburants sont en hausse de 3,7 % entre 2016 et 2017. La baisse de 7,1 % des ventes du SP95 est compensée par la hausse des ventes du SP95-E10 (+13,6%) et du SP98 (+8 %). Ainsi, la consommation du bioéthanol et du bioessence passe de 474 ktep en 2016 à 539 ktep en 2017. La valeur des biocarburants essence consommés (y compris l'ETBE importé) augmente de 17,9 % entre 2016 (505 M€) et 2016 (595 M€), conséquence également de la hausse de 4,9 % des prix.

Sous l'hypothèse que les exportations de bioéthanol suivent une évolution comparable à celle des exportations d'éthanol et d'ETBE (+4,2 % entre 2016 et 2017), la production des biocarburants essence augmente de 12,5 % en volume et de 18,1 % en valeur. Compte tenu des hypothèses sur l'évolution de la productivité (tonne/ETP), les emplois industriels de production et de vente (y compris à l'exportation) de ces biocarburants essence augmentent de 10,3 % pour atteindre 1 160 ETP en 2017.

Estimation des emplois agricoles et indirects

Les emplois agricoles pour la production des matières premières (betterave, blé ou maïs) utilisées dans la production de bioéthanol 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'agrofourmiture) 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	2016sd	2017p
Emplois directs et industriels*	320	570	1 000	1 110	1 140	1 090	1 110	1 130	1 210	1 190	1 050	1 160
Emplois agricoles	810	1 490	2 700	3 130	3 350	3 280	3 330	3 390	3 720	3 720	3 350	3 770
Emplois indirects	360	670	1 210	1 400	1 500	1 470	1 490	1 520	1 670	1 670	1 500	1 690
Total	1 490	2 730	4 910	5 640	5 990	5 840	5 930	6 040	6 600	6 580	5 900	6 620

(*) 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 6)
Estimations IN NUMERI, sd : estimations semi-définitives, p : estimations provisoires

Biocarburants avancés

Le procédé Futurol vise à produire de l'éthanol de 2^{ème} génération (cellulosique par voie biochimique). Porté par Procethol 2G, ce projet démarre en 2008. Il réunit 11 partenaires avec un budget total de 76,4 M€ (dont 40 % financés par des fonds publics Oséo) sur huit ans. Toutes les étapes de pilotage et de démonstration s'achèvent mi-2017. Les capacités de production envisagées varient entre 10 000 et 30 000 m³ 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^{ère} génération aujourd'hui, soit 55 c€/l. La mise en service et l'exploitation du projet ne devraient pas être réalisées avant 2020-2025.

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). D'une durée de 4 ans, 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). Ce projet débouchera sur la construction d'une 1^{ère} unité industrielle avec une capacité de production de 50 kt/an d'isobutène et de ses dérivés. Le montant total 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. Faute d'information précise sur le commencement des travaux de construction de l'usine, ces investissements ne sont pas pris en compte.

Fortes incertitudes sur l'avenir de la filière

S'agissant des biocarburants, l'arrêté du 24 avril 2016 relatif au développement des énergies renouvelables fixe les objectifs suivants en ce qui concerne les taux d'incorporation des biocarburants avancés :

	2018	2023
Filière essence	1,6 %	3,4 %
Filière gazole	1,0 %	2,3 %

Fin 2016, la Commission Européenne présente un projet de révision de la directive de 2009 sur les énergies renouvelables. Les discussions sur cette proposition de directives se sont conclues en juin 2018. La directive RED.2 (Renewable Energy Directive) est par la suite formellement votée par le Parlement Européen fin 2018 pour être publiée début 2019. Elle 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 ;
- Objectif de 3,5 % minimum de biocarburants avancés en 2030.

Aucune différenciation entre la filière bioéthanol et biodiesel n'est introduite dans ce projet, les États membres pouvant conserver des objectifs séparés. Le bioéthanol offre des réductions d'émissions de GSE élevées lui permettant de continuer à contribuer efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique, sous l'égide de l'Union Européenne.

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, vote d'un objectif de 7,5 % d'énergies renouvelables dans l'essence pour 2017, publication de l'arrêté encadrant l'homologation des boîtiers de conversion au superéthanol-E85, début de la déductibilité de la TVA sur l'essence, et progression du SP95-E10 destiné à remplacer le SP95.

En 2017, le SP95-E10 représente 38,8 % de la part des essences, contre 37 % pour le SP95. En septembre 2018, le SP95-E10 représenterait 42,7 % des essences, contre 32,3 % pour le SP95 (Syndicat National des Producteurs d'Alcool Agricole ; SNPAA).

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Équipements fabriqués en France	165	145	108	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	110	96	72	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Total des investissements	275	241	180	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	168	312	557	461	527	563	607	462	441	468	505	595
Biocarburants essence produits en France	168	312	344	181	239	305	313	286	258	242	327	409
ETBE importé	n.d.	n.d.	213	281	288	258	293	175	183	226	178	186
Marché domestique *	444	553	737	474	527	563	607	462	441	468	505	595
Exportations												
Bioéthanol et ETBE	n.d.	n.d.	211	392	448	475	497	504	507	483	279	306
Marché total **	444	553	948	866	975	1 038	1 103	966	948	951	784	902
Production **	444	553	735	585	687	780	810	790	765	725	606	716

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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	830	700	530	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction des usines, Ingénierie	750	650	490	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1 570	1 350	1 020	70	0							
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	320	570	890	790	740	720	740	720	740	760	820	910
Liés au marché domestique	1 900	1 920	1 910	860	740	720	740	720	740	760	820	910
Liés aux exportations de bioéthanol et ETBE	0	0	110	320	400	380	370	410	470	430	230	250
Total des emplois	1 900	1 920	2 020	1 180	1 140	1 090	1 110	1 130	1 210	1 190	1 050	1 160

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	2017p
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
Consommation domestique	148	272	437	405	394	391	403	394	414	434	474	539
Importations	n. d.	n. d.	73	117	107	83	76	51	54	81	74	71
Exportations	n. d.	n. d.	127	282	322	289	279	275	318	324	210	219
Production	148	272	491	570	610	598	607	618	677	678	610	687

Sources : 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

Note : Suite à des révisions faites sur la série des prix et une amélioration de la méthodologie, les résultats présentés dans cette fiche sont légèrement différents de ceux des éditions précédentes.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Mises en service (tonnage)		Communications SNPAA et ADEME	**
Investissements annuels (M€)	Tonnage x Prix unitaire de 0,7 M€/ktonnes	Rapports divers ; Communiqués de presse	*
Décomposition des investissements (M€)			
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	**
Quantité de biocarburants essence			
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 ³)	n.d. en 2006 et 2007	FranceAgriMer, Bulletins de conjoncture du marché du sucre Eurostat, Produits 22.07.10.00, 22.07.20.00	***
Production (ktep)	Consommation + Exportations - Importations	Hypothèse IN NUMERI	**
Biocarburants essence (M€)			
Production (M€)	Production m ³ x Prix unitaire €/m ³ 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	***
Consommation (M€)	Production + Importations - Exportations	Hypothèse IN NUMERI	**
Emplois (ETP)			
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 = 0,488 kt d'éthanol ; 1 kt d'éthanol = 0,638 ktep ; 1 000 m³ = 0,508 ktep



Méthode générale d'évaluation

Périmètre

La fiche couvre les activités directement liées à la production de biocarburants de substitution à l'essence (bioéthanol, ETBE). 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 2017 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 sont disponibles de 2008 à 2016. Pour 2017, on fait évoluer les exportations 2016 selon le taux d'évolution 2016-2017 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).

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.

10. Biogaz

Points clés

Filière en développement

Fin 2016, la France compte 581 unités de méthanisation produisant du biogaz à partir de déchets organiques ou de matières végétales. La production d'énergie primaire issue du biogaz en France est en très forte progression depuis 2010, avec 760 ktep en 2016.

La croissance du marché s'explique essentiellement par les politiques de soutien mises en place par la puissance publique (garantie des tarifs d'achat de l'électricité et du biométhane injecté dans le réseau, aides à l'investissement de l'ADEME).

+ 31 %

Evolution du marché en 2016

3 % des emplois

Des filières ENR étudiées

2 % des marchés

Des filières ENR étudiées

Tendances observées 2014-2016

- Nombre d'installations annuelles ➔
- Investissements annuels (M€) ➔
- Emplois liés aux investissements (ETP) ➔
- Emplois liés à la vente d'énergie (ETP) ➔

Les marchés et les emplois connaissent une croissance continue depuis 2006. En 2016, le marché total de la filière s'élève à 554 M€, contre 435 M€ en 2014 (+27,5 %), pour 2 110 ETP (en hausse de 15,9 % par rapport à 2014).

Marchés liés au biogaz (M€)

Année	Equipements fabriqués en France	Importations d'équipements	Etudes préalables, Construction	Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	Total
2006	62	0	0	0	62
2007	75	0	0	0	75
2008	109	0	0	0	109
2009	164	0	0	0	164
2010	221	0	0	0	221
2011	242	0	0	0	242
2012	250	0	0	0	250
2013	335	0	0	0	335
2014	435	0	0	0	435
2015	422	0	0	0	422
2016sd	554	0	0	0	554
2017p	690	0	0	0	690

Emplois associés au biogaz (ETP)

Année	Equipements fabriqués en France	Etudes préalables, Construction	Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	Total
2006	410	0	0	410
2007	480	0	0	480
2008	600	0	0	600
2009	880	0	0	880
2010	1120	0	0	1120
2011	1100	0	0	1100
2012	1110	0	0	1110
2013	1400	0	0	1400
2014	1820	0	0	1820
2015	1680	0	0	1680
2016sd	2110	0	0	2110
2017p	2430	0	0	2430

Consommation de chaleur (ktep) ; Vente d'électricité (GWh)

Année	Consommation de chaleur (ktep)	Vente d'électricité (GWh)
2006	60,0	524,9
2007	60,0	620,9
2008	57,0	693,9
2009	64,0	881,8
2010	70,3	1013,8
2011	87,0	1137,8
2012	97,0	1297,8
2013	111,0	1547,7
2014	150,0	1651,7
2015	194,0	1838,7
2016sd	241,3	1934,7
2017p	246,6	1999,8

Valeur de l'énergie vendue (M€)

Année	Valeur de l'énergie vendue (M€)
2006	19
2007	22
2008	36
2009	52
2010	69
2011	85
2012	109
2013	137
2014	162
2015	198
2016sd	248
2017p	329

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 territoriale, méthanisation des déchets ménagers et des boues, 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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, 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
 Vente d'électricité et de chaleur issue de la valorisation du biogaz

Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables, Situation 2014-2016 | PAGE 86

Contexte réglementaire

Conditions favorables au développement de la filière

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

Suite au Grenelle de l'environnement, différentes mesures créent ces dernières années des conditions favorables au développement de la filière biogaz : 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, l'éligibilité du biogaz dans le cadre des appels d'offres biomasse (Biomasse, Chaleur, Industrie, Agriculture, Tertiaire - BCIAT), ainsi que les aides à l'investissement dans le cadre du Fonds Chaleur et du Fonds Déchets de l'ADEME.

Depuis 2013, la méthanisation agricole connaît une nouvelle dynamique suite à l'adoption du plan Energie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA). L'objectif est de développer 1 000 méthaniseurs à la ferme d'ici 2020 (contre 90 en 2012). En septembre 2014, le Ministère lance un appel à projet pour le développement de 1 500 installations de méthanisation en trois ans réparties dans les territoires ruraux.

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 unités avec valorisation directe de la chaleur et des projets d'injection de biométhane dans les réseaux de gaz). Ces aides sont montées à 37 M€ en 2016 et 41 M€ en 2017.

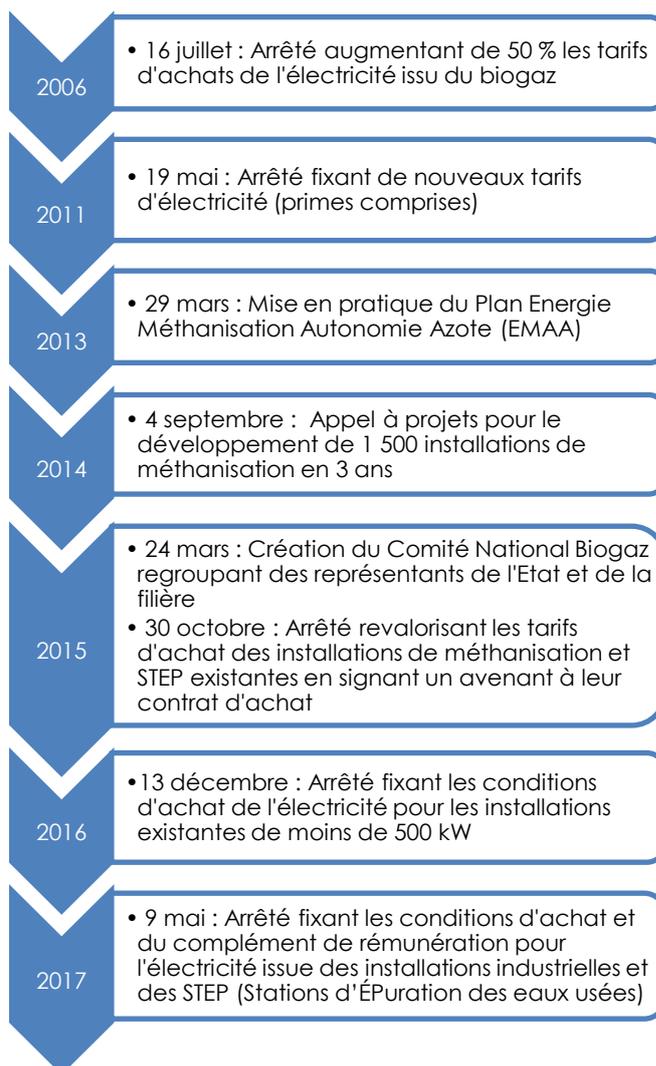
Évolution du dispositif de soutien pour les producteurs d'électricité

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^{er} 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 pour les ISDND sont compris entre 4,5 et 9,5 c€/kWh. 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 (Stations d'Épuration des eaux usées).



Production de biogaz en Europe

En 2016, l'Allemagne est le premier pays européen en termes de production primaire de biogaz, avec 8 094 ktep, soit la moitié de la production de l'Union Européenne (16 585 ktep). Les autres pays européens sont loin derrière l'Allemagne : le Royaume-Uni (2 601 ktep), l'Italie (1 875 ktep), et la France (760 ktep).

Source : EurObserv'ER (2017), Etat des énergies renouvelables en Europe

Les acteurs de la filière du biogaz

Plusieurs filières de production et de valorisation du biogaz

Il existe en France plusieurs filières de production et de valorisation du biogaz : les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), les Stations d'Épuration des eaux usées (STEP) ou industrielles (chimie, papeteries), les unités de traitement des effluents agro-alimentaires et agricoles (unités centralisées et à la ferme), ainsi que la filière de méthanisation des déchets ménagers.

Fin 2016, le tableau de bord Biogaz du SDES annonce 490 unités raccordées produisant de l'électricité à partir du biogaz, pour une puissance totale de 393 MW : 318 unités de méthanisation de 110 MW, 146 ISDND de 260 MW, et 26 STEP de 23 MW.

60 nouvelles unités en moyennes chaque année

Hors ISDND, le rythme de construction des installations est soutenu. Selon la base SINOE, 59 nouvelles installations sont mises en service en 2016, la grande majorité d'entre elles (48 installations) étant des unités de méthanisations à la ferme.

Quant aux ISDND, 8 nouvelles installations de valorisation du biogaz sont mises en service en 2016 (SDES). Leur exploitation reste une activité très concentrée, assurée par Suez Environnement, Veolia, ainsi que Paprec Group (11 millions de tonnes de déchets traités dans une centaine d'usines, 1,5 Mds€ de CA pour 8 000 collaborateurs).

Équipements

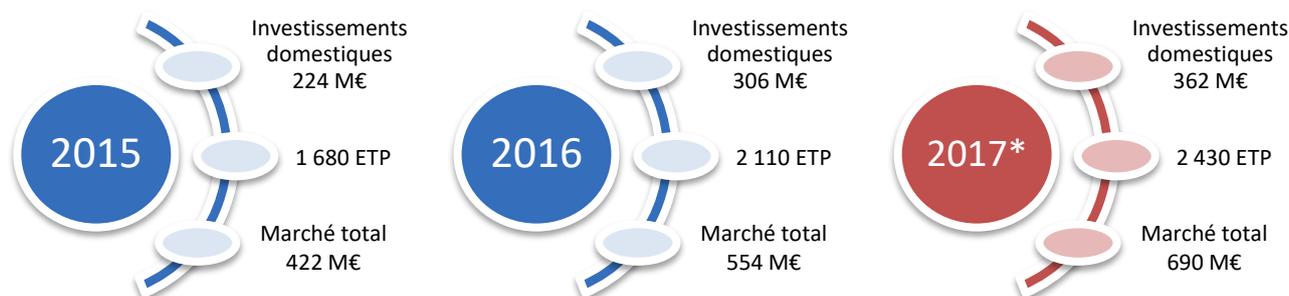
En Europe, les principales entreprises du secteur de la méthanisation sont allemandes ou autrichiennes (Schmack Biogas et Strabag). En France, le leader est Valorga, intégré dans Urbaser Environnement (filiale française du groupe espagnol Urbaser). En 2016, l'entreprise Urbaser Environnement affiche un CA de 57 M€ et emploie 375 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. Il n'y a aucune entreprise française dans ce domaine.

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. Des petites structures 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.

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Forte hausse des investissements en 2016

En 2016, les investissements domestiques s'élèvent à 306 M€, en hausse de 36,8 % par rapport à 2015. La clarification récente des conditions de soutien contribue notamment à améliorer les prises de décision et à faciliter l'obtention des financements. En 2016, 20 nouveaux projets de valorisation thermique et d'injection de biogaz au réseau sont soutenus par le Fonds Chaleur de l'ADEME, représentant une assiette d'aide de 113,3 M€.

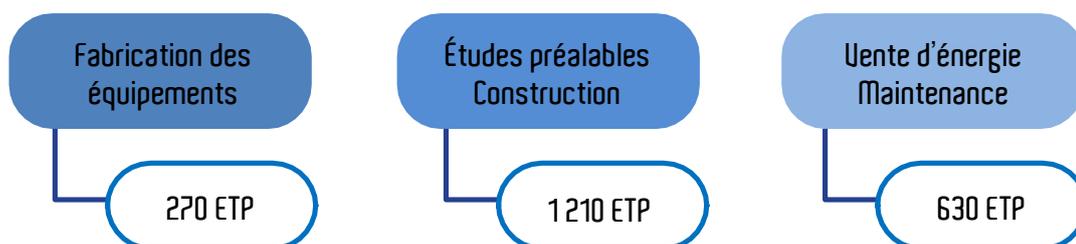
Hausse de la valeur de l'énergie vendue

La valeur de l'énergie vendue en 2016 est de 248 M€, contre 198 M€ en 2015, soit une hausse de 25,5 %.

Selon le SDES, la production d'électricité issue du biogaz en 2016 augmente de 5,2 % par rapport à l'année précédente, passant de 158,1 ktep (1,84 TWh) à 166,4 ktep (1,94 TWh). La hausse des tarifs d'achat est de 14,7 % sur cette période. Ces derniers passent de 121,3 €/MWh en 2015 à 139,2 €/MWh en 2016 (CRE).

La consommation d'énergie thermique issue du biogaz est de 241,3 ktep en 2016, soit une augmentation de 24,4 % par rapport à 2015 (194 ktep).

Des emplois majoritairement dans les études et la construction des installations



En 2016, la filière biogaz emploie 2 110 ETP (contre 1 680 ETP en 2015). Ces emplois se situent principalement dans la construction des unités, l'installation des équipements et les études préalables nécessaires, avec 1 210 ETP, en hausse de 34,5 % par rapport à l'année précédente. Les emplois de la fabrication des équipements passent de 200 ETP à 270 ETP (+36,4 %). Ceux associés à la vente d'énergie s'élèvent à 630 ETP en 2016, soit une hausse de 9,4 % par rapport à 2015.

Poursuite de la hausse des investissements en 2017

Selon SINOE, 53 nouvelles installations (hors ISDND) sont mises en service cette année, dont 43 unités agricoles. En parallèle, 109 nouveaux projets de méthanisation sont soutenus par l'ADEME (via le Fonds Chaleur et le Fonds Déchets), dont 79 unités agricoles, 25 unités centralisées, 2 unités industrielles et 3 STEP. Le coût total de ces projets s'élève à 314,5 M€, répartis entre les installations en cogénération (164,7 M€) et les unités de valorisation thermique et d'injection du biogaz dans le réseau (149,9 M€). On s'attend donc à une augmentation de 18 % des investissements réalisés en 2017. Ces derniers sont estimés à 362 M€. Les emplois associés suivent la même tendance et augmentent de 18,2 %, atteignant les 1 750 ETP.

La valeur de l'énergie vendue est estimée à 329 M€ (+32,6 %). Le tarif d'achat d'électricité prévisionnel est de 168,7 €/MWh, en hausse de 21,2 % par rapport à 2016. Le prix de chaleur issue du biogaz resterait stable. Les emplois associés à la vente d'énergie augmentent de près de 50 ETP, atteignant 680 ETP en 2017.

Perspectives à moyen terme avec le lancement des appels d'offre

L'obligation d'achat pour les installations de moins de 500 kW sera toujours en vigueur. Selon l'arrêté du 9 mai 2017, 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^{er} 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 de 10 MWe pour les nouvelles installations de méthanisation de plus de 500 kWe. Les résultats des deux premières tranches sont les suivants :

- **CRE 5-1 d'avril 2017** - 2 projets en méthanisation d'une puissance de 4,1 MW
- **CRE 5-2 de février 2018** - 2 projets en méthanisation d'une puissance de 1,3 MW

Une troisième période de candidature est ouverte du 29 juin au 31 août 2018. Les résultats doivent être publiés en 2019.

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.

Selon l'étude de Xerfi « Le marché du biogaz à l'horizon 2015-2020 – Dynamique par filière et décryptage du modèle économique d'un projet », 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, les projets étant peu rentables et les porteurs de projets se heurtant 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.

Objectifs 2018-2023 de la PPE : Ambitieux pour la filière biogaz

Chaleur renouvelable : 300 ktep en 2018 (dont 90 ktep sous forme de biométhane injectable) ; entre 700 ktep (option basse, dont 315 ktep de biométhane) et 900 ktep (option haute, dont 423 ktep de biométhane) en 2023.

Électricité renouvelable : 50 à 60 MW nouvelles installations par an, dont une hausse de 20 à 30 MW/an pour la méthanisation.

Résultats détaillés

Marchés liés au biogaz

Niveau d'activité généré sur le territoire (M€)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France	9	11	15	22	30	31	28	40	55	45	61	72
Importations d'équipements	9	11	15	22	30	31	28	40	55	45	61	72
Études préalables, Construction	26	32	44	67	91	94	85	119	164	134	184	217
Total des investissements	44	53	73	112	152	157	141	198	273	224	306	362
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	19	22	36	52	69	85	109	137	162	198	248	329
Marché total *	62	75	109	164	221	242	250	335	435	422	554	690
Production **	54	64	94	142	190	210	222	295	380	377	493	618

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	40	50	60	120	150	130	120	180	240	200	270	320
Études préalables, Construction	170	210	300	490	650	620	580	780	1 070	900	1 210	1 430
Total	210	260	360	610	790	750	700	950	1 300	1 100	1 480	1 750
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	200	220	240	270	320	350	410	450	510	580	630	680
Total des emplois	410	480	600	880	1 120	1 100	1 110	1 400	1 820	1 680	2 110	2 430

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

Production et consommation d'énergie issue de la valorisation du biogaz

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
Consommation de chaleur ktep	60,0	60,0	57,0	64,0	70,3	87,0	97,0	111,0	150,0	194,0	241,3	246,6
Production d'électricité GWh	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	1 934,7	1 999,8

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

Note : Les estimations concernant les investissements domestiques (montant et emplois) sont en grande partie basées sur les données issues de la base SINOE sur les installations de méthanisation. Ces données (nombre d'unités, date d'ouverture, capacité en tonnage, puissance électrique installée) peuvent évoluer selon l'année d'extraction, les données étant le résultat d'enquêtes. Par conséquent, les séries présentées cette année ne peuvent être comparées à celles des éditions précédentes.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Investissements (M€)			
Méthanisation des déchets ménagers et assimilés (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 ³	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 ³ /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 ³ /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 entre 2015 et 2017	ADEME : Bilans Fonds Chaleur ; Communications	**
ISDND (M€)	Coût unitaire : 1 M€/MW	SDES, Tableau de bord du biogaz	**
Décomposition des investissements (M€)			
Fabrication des équipements (M€)	40 % des investissements	Hypothèse In Numeri	**
Études préalables (M€)	10 % des investissements	Hypothèse In Numeri	**
Construction (M€)	50 % des investissements	Hypothèse In Numeri	**
Vente d'énergie (M€)			
Électricité (M€)	Quantité vendue GWh x Prix €/MWh	Quantité produite : SDES Quantité vendue et prix : CRE	***
Chaleur (M€)	Quantité vendue issue des ISDND GWh x Prix €/MWh	Quantité produite : SDES Quantité vendue : SDES ; ADEME Prix : Enquêtes SNCU	***
Emplois d'investissement (ETP)			
Fabrication des équipements (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2015 : ESANE, NAF 28	**
Études préalables (ETP)	Études M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2015 : ESANE, NAF 71.12B	**
Construction (ETP)	Construction M€ x ratio [Production/Emplois]	2006 à 2008 : MEEDDAT/SESP 2009 à 2015 : ESANE, NAF 43.99	**
Emplois de vente d'énergie/maintenance (ETP)			
Décharges ISDND (ETP)	Électricité issue des ISDND GWh x ratio de 0,10 ETP/GWh	SDES 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	SER	**
Autres installations (ETP)	Nombre d'installation x ratio de 0,90 ETP/installation	ADEME, 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 (centralisées, à la ferme) ;
- 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 ouvertes entre 2006 et 2017) et des projets soutenus par le Fonds Chaleur de l'ADEME (projets acceptés dont l'ouverture est supposée après 2017).

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 (Nm³/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 et de la base ESANE.

Ventes domestiques d'énergie

Les quantités 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 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 dans 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].

11. Solaire thermique (Métropole et DOM)

Points clés

Recul continu du solaire thermique

En 2016, les surfaces installées (106 203 m²) et les marchés (335 M€) chutent respectivement de 41,7 % et 17,2 %, entraînant une baisse de 22,9 % des emplois associés à la filière (2 450 ETP).

En métropole, la surface des capteurs installés est divisée par 2,5 dans l'individuel (de 69 990 m² à 32 610 m²) et par 2,1 dans le collectif (de 72 220 m² à 29 097 m²). Cette diminution des surfaces posées entraîne une baisse de 46 % du marché, passant de 176,6 M€ en 2014 à 95,4 M€ en 2016. Cet essoufflement est dû au manque de compétitivité par rapport à d'autres solutions individuelles de production de chaleur renouvelable et à une réglementation devenue défavorable pour le collectif.

Dans les DOM, le marché reste plutôt stable, entre 60 et 70 M€. En 2016, le marché enregistre une hausse de 13 % par rapport à 2014 (de 59,5 M€ à 67,2 M€), bien que la dynamique du collectif soit en baisse sur cette période (-39,2 %).



Tendances observées 2014-2016

Surface installée annuelle (m²) ↓

Marché total (M€) ↓

Investissements domestiques annuels (M€) ↓

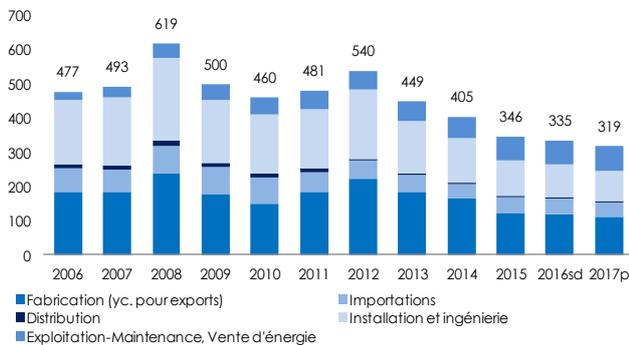
Fabrication des équipements (M€) ↓

Emplois de fabrication des équipements (ETP) ↓

Emplois de production d'énergie-maintenance (ETP) ↑

La hausse du marché des CESI (43 248 m² pour 64,4 M€) hisse le marché total à la hausse (le collectif représentant moins de 5 %).

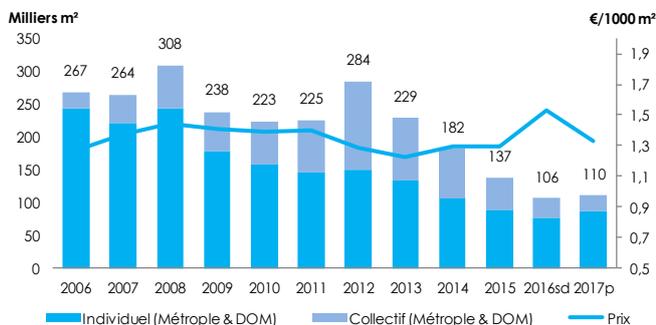
Marchés liés au solaire thermique (M€)



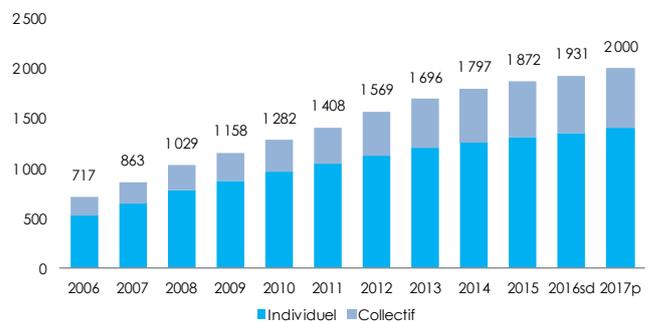
Emplois associés au solaire thermique (ETP)



Installations annuelles (milliers de m²) ; Prix posé (€/1000m²)



Production d'énergie (GWh)



De quels marchés et emplois parle-t-on ?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés identifiés. Les emplois indirects (fournisseurs des fabricants) ne sont pas inclus. En 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Fabrication des équipements
Distribution des équipements
Installation
Maintenance

Fabrication de capteurs et de composants
 Grossistes et détaillants
 Pose dans les logements individuels et les bâtiments collectifs
 Visites d'entretien, Réparations



Contexte réglementaire

Crédit d'impôt et Fonds Chaleur

Lancé par l'ADEME de 2000 à 2006, le Plan Soleil permet le développement des Chauffe-eau Solaires Individuels (CESI). Les installations collectives sont, quant à elles, soutenues via le Fonds Chaleur mis en place en 2009. En 2016,

près de 30 350 m² de capteurs sont installés dans des immeubles collectifs, dont près de 5 000 m² avec le soutien du Fonds Chaleur.

L'installation de systèmes solaires thermiques est également soutenue par le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE). Depuis le 1^{er} janvier 2015, le CITE est simplifié avec l'instauration d'un taux unique de 30 % applicable au solaire thermique comme à d'autres solutions de chauffage, Pompes À Chaleur (PAC) et Chauffe-Eau Thermodynamiques (CET). Le taux du crédit d'impôt varie beaucoup depuis 2005 :

- 2005 à 2010 : 50 % pour le solaire thermique et 15 % pour d'autres solutions ;
- 2011 : taux unique de 45 % ;
- 2012 : 32 % pour un système installé seul et 40 % avec un bouquet de travaux ;
- 2014 : 15 % et 25 % avec un bouquet de travaux, sous conditions de ressources jusqu'au 30 août 2014 ;
- Depuis le 1^{er} septembre 2014 : taux unique de 30 %.



Solutions individuelles peu compétitives et réglementation devenue défavorable pour le collectif

Le segment des installations individuelles est en recul permanent depuis 2012. De ce fait, les installateurs hésitent à renouveler leur qualification.

Une étude de l'ADEME sur la compétitivité de la filière (2013) montre que le principal obstacle au développement de la filière solaire thermique 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 notamment photovoltaïque – nouveau compétiteur dans la production d'eau chaude sanitaire notamment en mode autoconsommation).

Avant la RT 2012, la situation favorisait le solaire (taux de crédit d'impôt de 50 % pour le solaire et 15 % pour les CET). Les labels BBC étaient favorables au solaire thermique dans l'individuel comme dans le collectif. Imposant une consommation maximale de 50 kWh/m² par an aux bâtiments individuels, la RT 2012 favorise l'utilisation des énergies renouvelables dans les constructions individuelles. En revanche, l'autorisation à dépasser cette valeur dans les logements collectifs (57,5 kWh/m² par an, contre 50 kWh/m²) casse la dynamique du solaire collectif dans le neuf. De plus, la réglementation n'impose toujours pas de taux minimum d'énergies renouvelables dans le logement collectif. Malgré le soutien du Fonds Chaleur, les systèmes solaires collectifs sont ainsi en recul, le déficit de compétitivité par rapport aux autres modes de production de chaleur faisant frein à son implantation.

La situation est meilleure dans les départements d'Outre-mer, notamment avec le renforcement du dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE). La LTECV (loi n° 2015-992 du 17 août 2015) 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 départements d'Outre-mer par rapport aux CEE hexagonaux.

Fragilisation du marché européen du solaire thermique

- Les surfaces de capteurs nouvellement installés en 2016 se limitent à 2,6 millions de m², contre 4,6 millions de m² en 2008 (EurObserv'ER).
- La superficie du parc de l'UE est d'environ 51 millions de m² en 2016 (+3,8 % par rapport à 2015).
- L'Allemagne reste le 1^{er} marché européen, avec 766 000 m² de capteurs installés en 2016, soit une puissance de 536,2 MWth. Viennent ensuite le Danemark (500 000 m² installés, 350 MWth) et la Grèce (270 000 m² installés, 189 MWth).
- Les industriels européens se tournent désormais vers de nouveaux marchés à l'export pour assurer leurs ventes (Moyen-Orient, Afrique).

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 (101,6 M€ de CA en 2016, dont 92,4 % à l'export). La capacité de production de l'usine est de 290 000 capteurs par an, représentant une surface installée de 660 000 m².

L'allemand Vaillant Group (2^{ème} 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 m²). En 2016, Saunier Duval affiche un CA de 165 M€ (dont 55,6 % à l'export) et emploie plus de 390 salariés.

Les deux plus anciennes entreprises françaises spécialisées dans le solaire thermique connaissent des difficultés. Clipsol est en liquidation judiciaire (CA 2016 de 5,1 M€ pour 40 salariés). Jacques Giordano est sous plan de sauvegarde depuis 2016.

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 : Saunier Duval, Baxi, Buderus Chauffage, Remeha (de Dietrich), Bosch (ELM Leblanc) et Ariston MTS (Chaffoteaux et Maury) entre autres.

Réduction du nombre d'installateurs, mais des réalisations de qualité

La plupart des installateurs de capteurs solaires thermiques sont regroupés sous le label Quali'Sol. La baisse du marché conduit à une diminution importante du nombre d'installateurs. Le label regroupe 1 900 entreprises en 2017, contre 12 000 en 2009.

La qualification Qualisol permet de fiabiliser les installations. Selon les audits réalisés en 2017 sur 1 550 installations, la qualité est satisfaisante dans 77 % des cas. Aujourd'hui, il n'y a plus de problèmes d'installation pour des chauffe-eau solaires collectifs. Pour les chauffe-eau solaires individuels et les SSC, les taux de satisfactions sont respectivement de 86 % et 95 %.

La filière solaire thermique s'est mobilisée autour de *Solaire Collectif (Socol)*, dispositif initié en 2009 par Enerplan avec le soutien de l'ADEME et de GRDF. Socol a pour objectif de fédérer les acteurs et de diffuser les bonnes pratiques et les bons outils. Début 2018, ce dispositif rassemble près de 3 000 experts, professionnels et maîtres d'ouvrage.

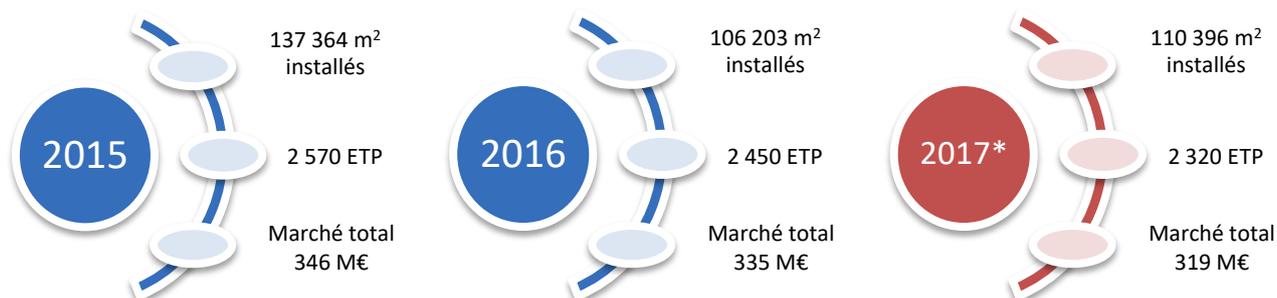
Solaire à concentration pour la production d'électricité

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 4 889 MW en 2016, 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 de ce type de centrales solaires sont Ausra (racheté par AREVA), Siemens, Abengoa Solar et Acciona Solar.

En France, après une première expérience abandonnée à la fin des années 1980, la technologie fait l'objet d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) lancé par 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 la manifestation d'intérêt de 2011 et deux dans le cadre de l'appel d'offres de 2012. Ces projets sont toujours en cours de développement. En 2016, deux projets prototypes de 0,75 MW sont installés en France : La Seyne-sur-Mer et Augustin Fresnel 1.

Situation et perspectives du marché et de l'emploi



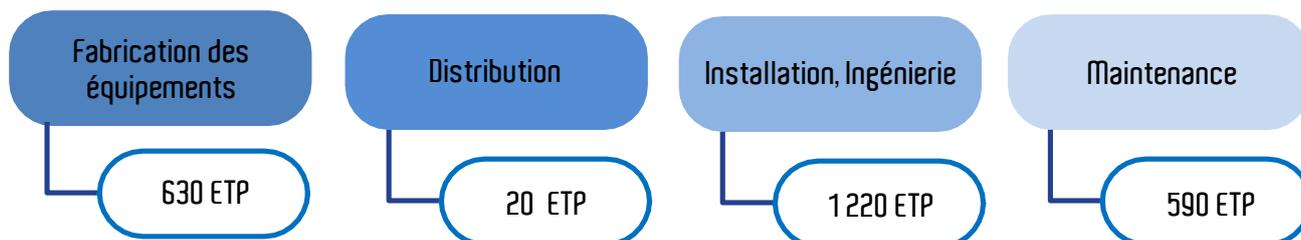
* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

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 2016, plus de 106 200 m² de capteurs sont installés (-22,7 % par rapport à 2015) :

- 75 860 m² d'installations individuelles (-14,2 % par rapport à 2015)
- 30 340 m² de systèmes collectifs (-38 % par rapport à 2015)
- 61 710 m² en Métropole : 32 610 m² d'installations individuelles et 29 100 m² de systèmes collectifs
- 44 500 m² dans les DOM : 43 250 m² d'installations individuelles (CESI uniquement) et 1 250 m² de systèmes collectifs

En 2016, le marché du solaire thermique s'élève à 335 M€, répartis entre la fabrication des équipements (118 M€, dont 101 M€ pour les exportations, soit 85,7 %), les importations (48 M€), la distribution (2 M€), l'installation des équipements (96 M€ ingénierie comprise pour le collectif) et la maintenance (71 M€).

En 2016, 2 450 emplois dans la filière du solaire thermique



En 2016, la filière représente 2 450 emplois, dont 1 870 emplois liés aux investissements (fabrication y compris pour l'exportation, distribution et installation des équipements) et 590 ETP liés à la maintenance. Hors maintenance, les emplois reculent de 7,1 % entre 2015 et 2016, tous les maillons de la chaîne de valeur hormis la distribution étant concernés par ce recul. Rappelons qu'au plus fort de la filière solaire thermique en 2008, ces emplois s'élevaient à 5 070 ETP.

Prévisions et tendances 2017

Le parc national des installations solaires thermiques est peu développé par rapport à celui de nos voisins européens. En 2015, les parcs solaires thermiques installés représentent seulement 44 m² pour 1 000 habitants, contre 778 m² pour 1 000 habitants à Chypre, 608 m² en Autriche et 229 m² en Allemagne. La moyenne européenne (UE 28) est de 97 m² pour 1 000 habitants.

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). Il leur semble très difficile d'atteindre les objectifs 2018-2023 de la PPE. Avec l'entrée en vigueur de l'arrêté du 22 mars 2017 et à compter du 1^{er} janvier 2018, la réglementation thermique dans l'existant fixe des performances thermiques 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 chaudières 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. En janvier 2017, elle lance un appel national à projets pour les grandes installations solaires thermiques. Les secteurs de l'habitat, l'industrie, le tertiaire et l'agro-alimentaire sont concernés.

En 2017, le volume des installations de capteurs est d'environ 110 400 m², dont 48 650 m² posés en Métropole et 61 750 m² dans les DOM. Parmi ces installations, 86 120 m² concernent des systèmes individuels et 24 280 m² des systèmes collectifs. La valeur du marché total est estimée à 319 M€ pour 2 320 ETP (dont 610 ETP pour la maintenance).

Objectifs 2018-2023 de la PPE

Depuis 2006, les divers documents programmatiques sur le développement des énergies renouvelables, repris en 2010 par le Plan d'Action National en faveur des Énergies Renouvelables (PANEnR), fixent des objectifs ambitieux pour le développement du solaire thermique.

Pour les systèmes individuels, l'objectif est d'équiper 3,2 millions de logements supplémentaires entre 2013 et 2020 (représentant 14,4 millions de m²). Pour le solaire thermique collectif, l'objectif est d'atteindre une production de chaleur de 110 ktep en 2020, l'équivalent d'environ 2,2 millions de m². En 2012, la production atteignait 135 ktep collectifs et individuels confondus. Cette production monte à 166 ktep en 2016.

La Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2018-2023 fixe des objectifs pour la consommation finale de chaleur solaire thermique : 180 ktep en 2018, entre 270 ktep (objectif bas) et 400 ktep (objectif haut) en 2023. Ces objectifs sont considérés trop ambitieux par l'ensemble de la filière en l'état actuel de la RT.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Équipements fabriqués en France	72	85	102	60	48	73	106	73	61	24	17	14
Importations d'équipements	69	66	82	79	80	61	54	50	43	47	48	41
Distribution des équipements	13	12	15	12	11	8	5	3	2	2	2	4
Installation des équipements, Ingénierie	187	199	244	185	171	174	201	155	130	105	96	88
Total des investissements	340	362	443	336	310	316	366	281	236	178	163	147
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	25	32	41	46	50	55	56	58	64	69	71	74
Marché domestique *	365	395	485	382	360	371	422	339	300	246	234	222
Exportations												
Équipements	112	98	134	118	100	110	117	110	104	100	101	97
Marché total **	477	493	619	500	460	481	540	449	405	346	335	319
Production **	408	427	537	421	380	420	486	399	361	299	287	278

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	330	410	390	270	220	350	480	350	320	130	90	80
Distribution des équipements	140	140	170	140	110	80	30	30	20	20	20	40
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	1 070
Total	3 530	3 760	4 210	3 000	2 730	2 820	3 290	2 520	2 120	1 460	1 330	1 190
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	210	270	350	380	420	460	470	490	520	560	590	610
Liés au marché domestique	3 740	4 040	4 560	3 380	3 150	3 290	3 760	3 010	2 640	2 020	1 920	1 790
Liés aux exportations	510	470	510	520	450	530	530	520	540	550	540	520
Total des emplois	4 250	4 510	5 070	3 910	3 600	3 820	4 290	3 530	3 180	2 570	2 450	2 320

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	2017p
m² installés dans l'année (1000m²)	267	264	308	238	223	225	284	229	182	137	106	110
Systèmes individuels	243	221	243	179	157	145	150	134	107	88	76	86
Systèmes collectifs	25	44	65	59	66	80	134	95	75	49	30	24
Parc en fin d'année (1000m²)	1 107	1 336	1 609	1 815	2 009	2 204	2 461	2 664	2 820	2 962	3 075	3 185
Production d'énergie (ktep)	61,7	74,2	88,4	99,6	110,3	121,1	134,9	145,8	154,5	161,0	166,0	172,0

Sources : Estimation In Numeri selon SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables ; Observ'ER

Note : Suite à une amélioration des informations, les séries sont légèrement modifiées par rapport à ceux de l'édition précédente.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Marché intérieur au prix d'acquisition (M€)	Surface installée x Prix		
Surface installée (m ²)		Individuel : 2006 à 2014 SDES ; 2015 à 2017 Observ'ER Collectif : 2006 à 2014 SDES ; 2015 à 2017 Uniclimate	***
Prix (€/m ²)	Décomposition du prix : matériel, pose et ingénierie	Individuel : Observ'ER Collectif : Bilan Fonds Chaleur Décomposition : ADEME, Étude sur la compétitivité du solaire thermique	***
Fabrication (M€)	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	***
Maintenance (M€)	Parc (nombre d'appareil équivalent CESI) x Coût unitaire (€/CESI)	Parc : SDES Coût unitaire : SDES ; Observ'ER ; INSEE, IPC (IdBank 1764637)	**
Emplois (ETP)			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Distribution (ETP)	Distribution M€ x ratio [Marges/Emploi]	2009 à 2015 : 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 m². 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 m² de capteur (ramené à un parc en nombre d'appareils par un ratio équivalent CESI de 4,5 m²) et du coût d'entretien 2008 de 115 € par appareil et par an. 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 issus d'ESANE (NAF 46.74B) de 2009 à 2015. On considère le ratio des années antérieures égal à celui de 2009. Les ratios 2016 et 2017 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 et 2017 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 et 2017 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 la tendance observée sur les dernières années.

12. Géothermie

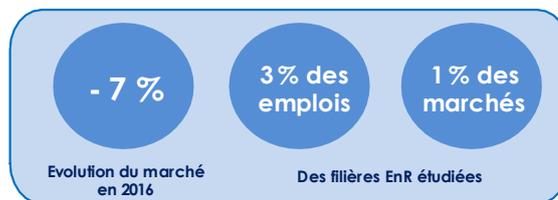
Points clés

Croissance de la géothermie dans les secteurs collectif et tertiaire

Alors que 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 2017, 464 projets de géothermie de surface sont aidés par le Fonds Chaleur, pour 235,8 M€ d'investissement. Ces projets se traduisent à terme par la production de 20 ktep d'énergie renouvelable supplémentaire.

Depuis 2010, 19 nouveaux projets de géothermie profonde de basse énergie alimentent principalement en usage direct les réseaux de chaleur de l'Île-de-France pour un montant d'investissement total de 265,7 M€.



Tendances observées 2014-2016

Investissements domestiques (M€) ↗

Emplois associés aux investissements (ETP) ↗

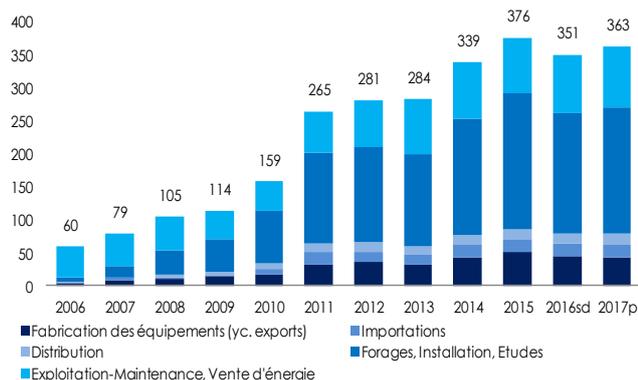
Valeur de l'énergie vendue (M€) ↗

Emplois associés à la vente d'énergie (ETP) ↗

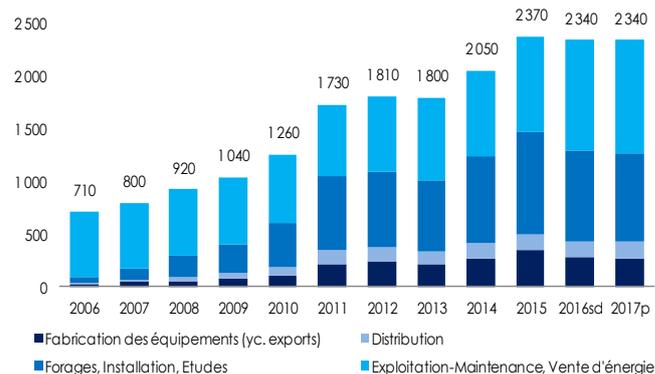
La technologie *Enhanced Geothermal System (EGS)* pour l'exploitation de la géothermie profonde de haute énergie (électrique, en cogénération) connaît une première application avec le projet industriel d'ECOGLI. D'ores et déjà, plus de 20 permis exclusifs de recherche sont attribués ou demandés.

En 2016, le marché total représente 351 M€, en hausse de 3,6 % par rapport à 2014. Les emplois passent de 2 050 ETP en 2014 à 2 340 ETP en 2016 (+14,1 %).

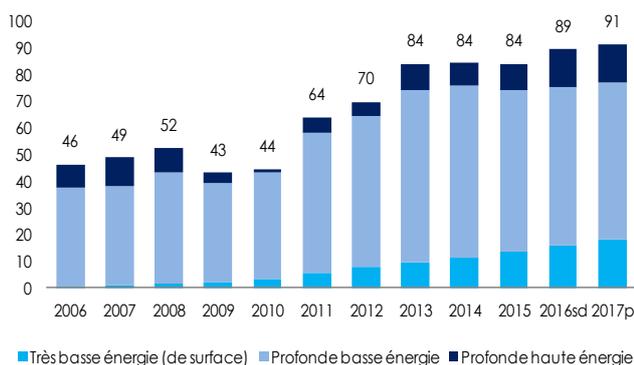
Marché total lié à la géothermie (M€)



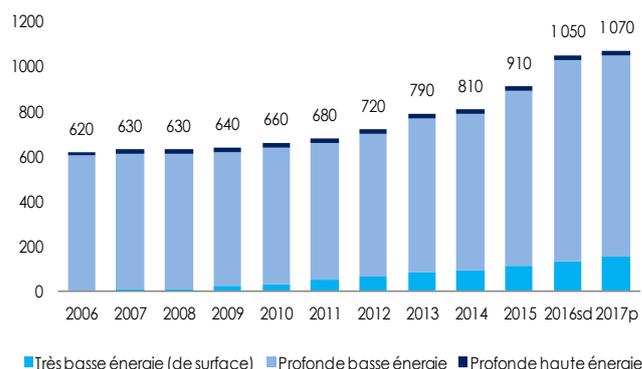
Emplois associés à la géothermie (ETP)



Exploitation-maintenance et énergie vendue (M€)



Emplois d'exploitation-maintenance et d'énergie vendue (ETP)



De quels marchés et emplois parle-t-on?

Les emplois sont limités aux emplois directs associés aux marchés de la géothermie : fabrication et installation des équipements, travaux de forage, études préalables, exploitation-maintenance des unités, et vente d'énergie. Les emplois indirects (fabricants de pompes et d'échangeurs de chaleur) ne sont pas inclus. Les emplois de distribution de chaleur sont présentés dans la fiche relative aux réseaux de chaleur. En 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

Fabrication

Forages, Installation, Études

Vente d'énergie

Fabrication des équipements géothermiques

Pose des équipements

Exploitation, maintenance des unités de production, vente d'énergie

Contexte réglementaire

Filière en pleine structuration et bénéficiant d'un soutien inégal ...

Entre 2009 et 2017, 31 projets de géothermie de surface (aquifère profond) bénéficient d'une aide du FC de l'ADEME. Pour 415,5 M€ d'investissement, ces projets se traduisent par la production de 101 ktep d'énergie renouvelable supplémentaire.

En 2010, 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 professionnelles sur la géothermie de surface) et la mise en œuvre de mécanismes assuranciers (cluster GEODEEP).

Le cluster GEODEEP est créé en 2015 avec un fonds de 50 M€. Outre son appui à la promotion de la géothermie française à l'exportation, il contribue 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.

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.

... et risquant de souffrir d'un contexte énergétique défavorable

En se basant sur la dizaine de projets en cours de développement en France métropolitaine, le coût moyen de production d'électricité de la filière EGS se situe entre 173 et 336 €/MWh²⁴. Ce coût est largement supérieur à celui des énergies renouvelables variables. Aux conditions actuelles de prix des produits pétroliers, le coût de production d'électricité des filières conventionnelles de référence (nucléaire, gaz naturel) est de 50 à 120 €/MWh, avec un coût du CO₂ de 7 €/t. Dans les DOM, le coût moyen de production de la filière volcanique se situe entre 38 et 62 €/MWh.

Le coût de production de la chaleur est estimé entre 52 et 129 €/MWh pour la géothermie de surface sur aquifère superficiel et entre 70 et 135 €/MWh pour la géothermie sur champ de sondes. Pour la géothermie profonde de basse énergie en Île-de-France, les coûts sont compris entre 66 et 120 €/MWh.

Évolutions et nouveautés réglementaires

Entré en vigueur le 1^{er} juillet 2015, le décret n° 2015-15 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 EnR 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 250 €/MWh pour l'électricité géothermique EGS, prix plus rémunérateur que l'ancien (130 € en outre-mer et 200 € en métropole).

Suite à la publication de l'arrêté du 16 août 2017²⁵, le « Géocooling » est désormais pris en compte dans la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012). Le géocooling consiste à utiliser directement la ressource sol afin de rafraîchir les bâtiments sans avoir recours à un groupe frigorifique intermédiaire.



²⁴ ADEME (2016), Coûts des énergies renouvelables en France

²⁵ Arrêté du 16 août 2017 relatif à l'agrément des modalités de prise en compte du géocooling dans la réglementation thermique 2012



France, 2^{ème} consommateur de chaleur géothermique de l'UE

Selon le rapport 2017 « État des énergies renouvelables en Europe » d'EurObserv'ER, la France est, en 2016, le 2^{ème} plus grand consommateur de chaleur issue de la géothermie de l'UE (134,6 ktep), derrière l'Italie (144,1 ktep) et devant la Hongrie (115 ktep) et l'Allemagne (100,1 ktep).

Selon la même source, la France (DOM inclus) est le 4^{ème} producteur d'électricité d'origine géothermique de l'UE (17,1 MW installés), largement distancée par l'Italie (915,5 MW), l'Allemagne (40 MW) et le Portugal (29 MW).

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 basse énergie sont Dalkia (filiale d'EDF), ENGIE Cofely et Storengy (filiales d'ENGIE).

Dalkia France est un acteur majeur de la géothermie en Île-de-France, avec 22 doublets géothermiques en exploitation alimentant plus de 100 000 logements.

ENGIE Cofely 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 Cofely 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 termes 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 41 réseaux de chaleur et de froid (860 M€ de CA en 2016) et Coriance gère 31 réseaux de chaleur et de froid et dispose de 26 puits de géothermie (152 M€ de CA en 2016). On peut également citer Électricité de Strasbourg (Soultz-Sous-Forêts) et ECOGI (Rittershoffen) dans l'électricité et la chaleur, ainsi que Fonroche (Vendenheim-Reichstett, 1^{ère} 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 ; 4,5 M€ de CA pour 30 salariés en 2016), Fonroche (avec une dizaine de projets en cours représentant 400 M€ d'investissement d'ici 2025), Teranov, et Électerre de France.

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

Selon l'INSEE, plus de 430 entreprises sont spécialisées dans les forages et sondages²⁶ en 2015, avec un CA de 459,2 M€ et des effectifs de 1 800 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 ; 49,1 M€ de CA et 195 salariés en 2016) et Entrepose Drilling (Compagnie de Forage Cofor ; 12,5 M€ de CA et 90 salariés en 2016).

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) est le principal fabricant de PAC de grande puissance (165,2 M€ de CA et 1 050 salariés en 2016). D'autres fabricants existent sur ce marché : Carrier, Hitachi, Enertime, Friothersm, et Lemasson.

Outre ces fabricants, sont présents les fournisseurs de biens et de services divers, notamment pour la géothermie profonde de 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 et perspectives 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).

²⁶ INSEE, Base ESANE, NAF 43.13Z Forages et sondages

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, nappe phréatique, sonde géothermique verticale, champ de sonde, fondation thermoactive, eaux usées et eau de mer²⁷) ;
- 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 consommation et le bon fonctionnement entre les dispositifs.

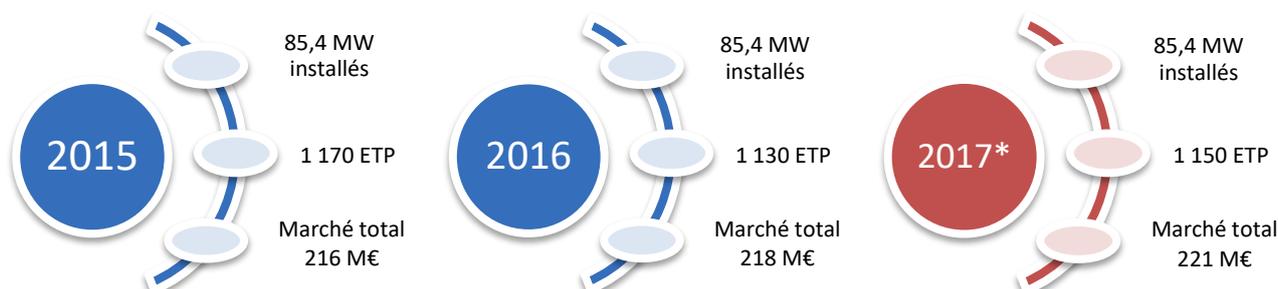
Ce système permet de couvrir des besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS), de climatisation et de rafraîchissement des bâtiments neufs ou rénovés.

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 « 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 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 estimations basées sur les données de l'AFPG, 85,4 MW sont installés dans le secteur collectif et tertiaire en 2016, contre 68,7 MW en 2013. Les investissements nécessaires (y compris pour les exportations) s'élèvent à 202 M€. Les emplois associés (fabrication, distribution et installation des équipements, travaux de forages) sont estimés à 1 000 ETP.

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 2016, leur valeur est estimée à 16 M€ pour un parc de plus de 7 930 installations et 130 emplois.



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Géothermie profonde « basse énergie »

Cette technologie utilise directement la chaleur des aquifères profonds (de 800 à 2 000 mètres) afin de chauffer un ensemble d'immeubles ou un quartier à travers un réseau de chaleur ou d'apporter de la chaleur pour des usages agricoles et industriels. Certains réseaux de froid puisent également leur source renouvelable dans des ressources aquifères.

En France, les principales opérations de géothermie destinées au chauffage urbain sont réalisées entre 1982 et 1986 après le 2^{ème} 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 rentabilité²⁸. 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. Pendant plus de 20 ans, de 1987 à 2007, seules trois installations de géothermie profonde sont installées en région Aquitaine à la fin des années 1980.

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^{ère} énergie renouvelable développée en région Île-de-France. Cette région concentre la plus grande densité au monde de telles installations exploitant le même aquifère

²⁷ 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 ».

²⁸ Financées sur emprunt aux taux élevés en vigueur de l'époque, ces installations avaient leurs recettes indexées sur le cours des énergies fossiles.

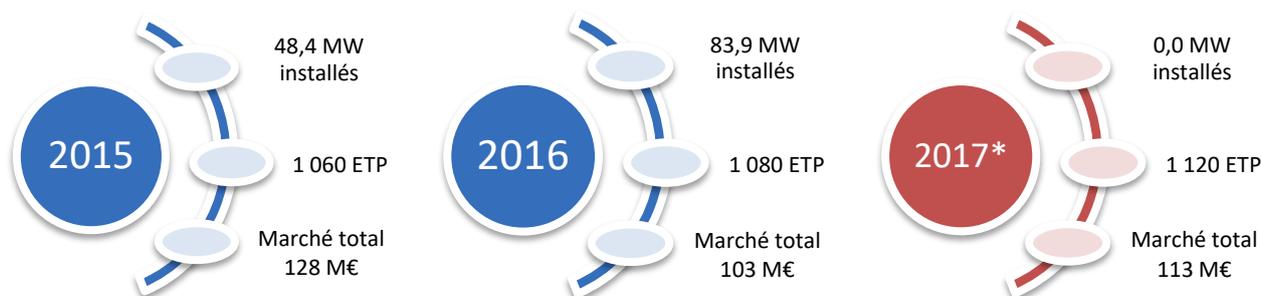
profond. En 2006, on compte 60 unités exploitant des aquifères profonds, dont 34 réseaux de chaleur urbains et 26 opérations diverses (chauffage de serres, piscines).

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 dernier rapport de la France à l'EGEC (European Geothermal Energy Council) en 2016, les mises en service s'élèvent à 83,9 MW en 2016, contre 48,4 MW en 2015 et 10 MW en 2014. Les investissements annuels nécessaires à ces réalisations sont de 44 M€ (-35,5 % par rapport à 2015). Les emplois associés à ces investissements suivent la même tendance et diminuent de 37 %, passant de 290 ETP en 2015 à 180 ETP en 2016.

Après s'être stabilisée à près de 94 ktep entre 2006 et 2010, la production de chaleur issue de la géothermie profonde de basse énergie dépasse les 120 ktep en 2013, sous l'effet des nouvelles réalisations (SDES, Suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables). En 2016, la chaleur produite est de 124,4 ktep, pour une valeur marchande de 59,2 M€. Les emplois d'exploitation des installations et de la vente de chaleur s'élèvent à 900 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 la chaleur en même temps que de l'électricité. Sans ces caractéristiques, le recours à une technologie de type EGS (Enhanced Geothermal System) est nécessaire.

En France, la géothermie profonde de haute énergie concerne 4 projets, un en géothermie volcanique (centrale Bouillante) et trois en technologie EGS (centrale Soultz-sous-Forêts, centrale Rittershoffen, projet 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.

Depuis son extension en 2004, la capacité de la centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe) est de 15 MW. Après une période de production élevée (87 GWh en moyenne entre 2006 et 2008), sa production baisse fortement pour n'atteindre que 15 GWh en 2010 du fait de difficultés techniques entre autres. La rénovation de l'unité 1 de la centrale commence en 2013, pour une mise en service en 2014. L'investissement réalisé de 4,4 M€ a pour objectif une croissance de la production annuelle de 25 % (soit une production de 100 GWh en 2014). En juin 2016, le BRGM vent ses parts dans la centrale à l'américain Ormat. En 2016, l'unité produit 93 GWh (EurObserv'ER).

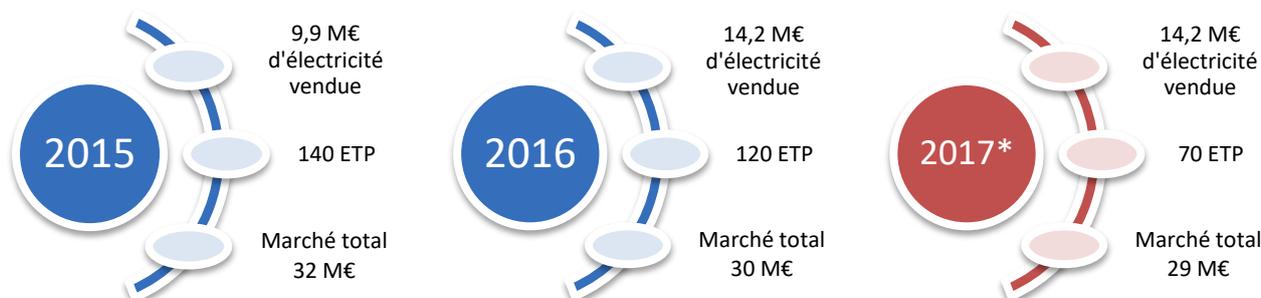
Enhanced Geothermal System

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 2014 et inaugurée en 2015, pour une production prévisionnelle de 12 GWh/an (puissance nette de 1,7 MW). 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 Rittershoffen²⁹. 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 Roquettes Frère.

Menée par l'industriel Fonroche, la 1^{ère} centrale géothermique en cogénération à Vendenheim-Reichstett représente un investissement total de 80 M€. Les résultats du 1^{er} forage réalisés en 2017 sont concluants. La centrale doit être raccordée et exploitée fin 2019, pour une production prévisionnelle de 8 MW électriques et 40 MW thermiques. Le coût d'investissement s'élève à 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.



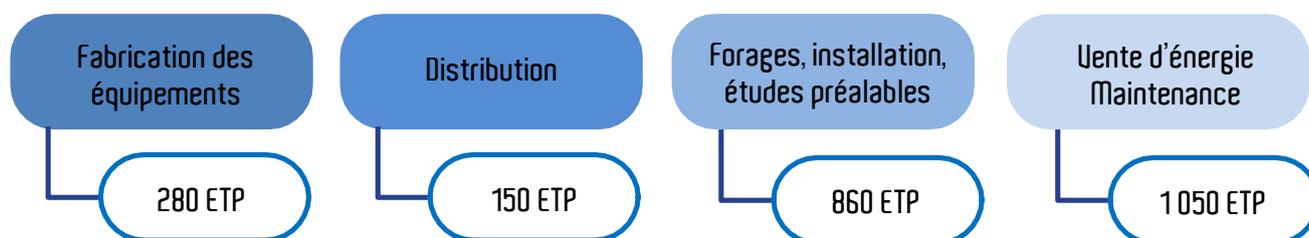
* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

Filière d'une valeur de 351 M€, employant 2 340 emplois directs

En 2016, le marché total des trois filières géothermie est de 351 M€, dont 248 M€ pour la réalisation des investissements domestiques, 89 M€ pour la valeur de l'énergie vendue et des services d'exploitation et de maintenance des installations, et 13 M€ pour l'exportation d'équipements.

Les emplois s'élèvent à 2 340 ETP, dont 1 200 ETP associés à la réalisation des investissements domestiques, 1 050 ETP pour la production d'énergie marchande et les services d'exploitation-maintenance des installations, et 90 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.



Prévisions et tendances 2017

En 2017, les investissements domestiques (France) liés aux réalisations annuelles sont estimés à 259 M€, en hausse de 4,3 % par rapport à 2016. En prenant en compte de la valeur de l'énergie marchande et des services d'exploitation-maintenance, le marché total de la géothermie est estimé à 363 M€ (+3,4 % par rapport à l'année précédente). Les emplois restent à un niveau identique, soit 2 340 ETP.

Fortes incertitudes malgré un potentiel important

Géothermie de surface

En l'absence d'informations spécifiques, on reconduit en 2017 le même montant d'investissement qu'en 2016. Il est cependant possible que l'année 2016 soit 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. Sept nouvelles installations, pour une puissance totale de 83,9 MW, sont mises en service en 2016. Au moins cinq autres projets d'une puissance totale de 54 MW sont identifiés, avec des travaux prévus en 2017 et une mise en service supposée en 2018. À ces projets, s'ajoutent quatre

²⁹ Rassemblant Électricité de Strasbourg (ES), Roquette Frères et la Caisse des Dépôts et Consignations, ce projet est soutenu par l'ADEME et la Région.

autres projets dans la région parisienne (40 MW) et 3 projets en Aquitaine (18 MW), avec une mise en service programmée en 2019.

Géothermie profonde haute énergie

En 2016, l'inauguration de la centrale de Rittershoffen coïncide avec le commencement de la phase d'exploration du projet de Vendenheim-Reichstett. Après un 1^{er} forage concluant en 2017, un 2^{ème} forage est lancé en 2018. L'exploitation et le raccordement au réseau de la centrale sont programmés pour fin 2019.

D'autres programmes peuvent voir le jour entre temps. 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 pour la seule France continentale. 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.

Objectifs 2018-2023 de la PPE

Dans le cadre de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), la première Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) de 2016 fixe les objectifs suivants pour la filière géothermique :

- **Géothermie profonde basse énergie** : 200 ktep de production de chaleur et de froid en 2018, et entre 400 ktep (option basse) et 550 ktep (option haute) en 2023 ;
- **Géothermie profonde haute énergie** : 8 MW en 2018 et 53 MW en 2023.

Aucun objectif spécifique n'est fixé pour la géothermie de surface (assistée par PAC) dans le domaine collectif et tertiaire. L'objectif pour l'ensemble des PAC géothermiques est de 400 ktep en 2018, et entre 500 ktep (option basse) et 600 ktep (option haute) en 2023.

Pour atteindre ces objectifs, le montant prévisionnel du Fonds Chaleur en 2017 est fixé à 420 M€. Le froid renouvelable est notamment intégré dans le Fonds Chaleur, avec notamment l'éligibilité du géocooling et des thermo-frigo-pompes.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Équipements fabriqués en France	3	4	8	13	12	21	22	23	32	40	32	31
Importations d'équipements	0	3	2	1	11	18	16	14	19	19	19	18
Distribution des équipements	1	2	4	5	9	14	13	13	15	16	16	17
Forages, installation, études préalables	8	17	35	50	79	136	146	140	178	206	181	193
Total des investissements	13	26	49	70	111	189	197	190	243	280	248	259
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	46	49	52	43	44	64	70	84	84	84	89	91
Vente d'énergie	46	48	51	41	41	58	62	75	73	70	73	73
Maintenance	0	1	1	2	3	6	7	9	11	14	16	18
Marché domestique *	59	75	102	113	155	253	266	274	327	364	337	350
Exportations												
Equipements	1	5	4	1	4	12	15	10	11	12	13	13
Marché total **	60	79	105	114	159	265	281	284	339	376	351	363
Production **	60	77	103	112	148	247	265	270	320	357	332	344

*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	2016sd	2017p
Liés aux investissements domestiques												
Fabrication des équipements	20	20	30	70	80	130	140	140	190	250	190	190
Distribution des équipements	10	20	50	60	90	140	130	120	150	150	150	160
Forages, installation, études préalables	50	100	200	270	410	700	710	670	830	970	860	840
Total	80	150	280	400	580	970	980	940	1 160	1 370	1 200	1 190
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	620	620	630	630	660	680	720	780	810	910	1 050	1 070
Liés au marché domestique	700	780	910	1 030	1 230	1 650	1 700	1 730	1 980	2 280	2 250	2 250
Liés aux exportations	10	30	20	0	30	80	110	70	80	90	90	80
Total des emplois	710	800	920	1 040	1 260	1 730	1 810	1 800	2 050	2 370	2 340	2 340

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

Nouvelles puissances mises en service ; Production d'énergie

Mises en service annuelles	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017p
Géothermie de surface MWth	5,1	10,7	21,7	30,6	47,9	80,1	74,2	68,7	75,5	85,4	85,4	85,4
Géothermie basse température MWth	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	20,0	31,8	10,0	48,4	83,9	0,0
Géothermie haute température	-	-	-	-	-	-	-	-	4 MWe	1,7 MWe	24 MWth	-
Production électricité GWh	86,7	105,2	99,1	55,0	16,2	62,2	56,1	89,6	83,1	91,9	97,6	103,6
Production thermique GWh	1 096,1	1 051,1	1 112,5	1 045,4	1 141,5	1 186,5	1 240,1	1 433,3	1 396,6	1 396,6	1 446,6	1 446,6

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

Sources : Mises en services : Estimations In Numeri selon AFPG (2011, 2012, 2015), La géothermie en France, Études de marchés ; EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie ; Observ'ER ; ADEME, Bilans du Fonds Chaleur / Production d'énergie : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables et Tableau de suivi de la directive européenne relative aux énergies renouvelables

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Investissements M€			
Géothermie de surface	Puissance installée x Prix unitaire		
Puissance (MW)	72,7 kW/PAC	AFPG (2011, 2012, 2015), 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 du Fonds Chaleur Observ'ER	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, installation	AFPG (2011), La géothermie en France, Étude de marché	*
Profonde basse énergie	Puissance installée x Prix unitaire		
Puissance (MW)		EGEC, Rapport 2016 des journées de la géothermie	**
Prix unitaire (M€/MW)		H. Prévot (2006), Les réseaux de chaleur C. Boissavy (2014), Les géothermies en France, Rapport AFPG INSEE, Indice TP04 (IdBank 1710990)	*
Décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, études	Estimation In Numeri	*
Profonde haute énergie			
Investissements et décomposition de l'investissement (M€)	Equipements, forages, études	Sites officiels des projets Communiqués de presse	***
Fabrication des équipements (M€)			
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	**
Valeur de l'énergie (M€)			
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)	% variable du prix de la chaleur	SNCU, Enquêtes annuelles de branche	**
Valeur de l'électricité (M€)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes 1	***
Maintenance (M€)	2 000 € par an et par PACg	Estimation In Numeri	*
Emplois (ETP)			
Fabrication des PACg	Fabrication M€ x ratio [Production/Effectifs]	Comptes des entreprises	**
Fabrication des équipements de basse et haute énergie	Fabrication M€ x ratio [Production-Sous-traitance+Marges/Emploi]	2006 à 2008 : CN, Branche A38.CK 2009 à 2015 : ESANE, NAF 28	
Études préalables	Études M€ x ratio [Production/Emploi]	2006 à 2016 : 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 à 2008 : 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 haute énergie destinée à la production d'électricité (centrale de 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 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 ou eaux usées. 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. 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.

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 unitaires de la chaleur proviennent des enquêtes annuelles du SNCU. Le montant de l'électricité vendue est issu des rapports de la CRE (Délibérations sur les CSPE, Annexes 1). L'énergie autoconsommée n'est pas valorisée.

On estime également la valeur des services de maintenance des installations de surface (PACg) selon un coût unitaire d'entretien par PAC et par an.

Estimation des emplois

Pour chacune des composantes de l'investissement et pour la maintenance, on estime les emplois associés sur la base de ratios d'emplois associés aux différentes activités. Ces ratios sont calculés selon 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.

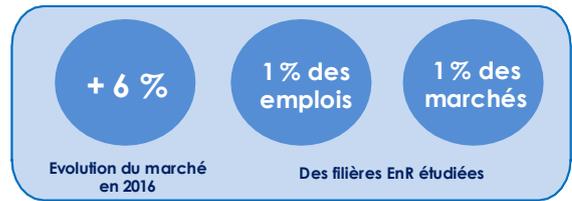
13. Valorisation énergétique des DMA par incinération

Points clés

Deux nouveaux incinérateurs en 2013

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 (FLAndre MORnie VALorisation - FLAMOVAL et Vernéa). Une usine est en construction à Echillais, pour une mise en service prévue fin 2018.

En 2016, le marché total de la filière s'élève à 218 M€, en hausse de 9,2 % par rapport à 2014.

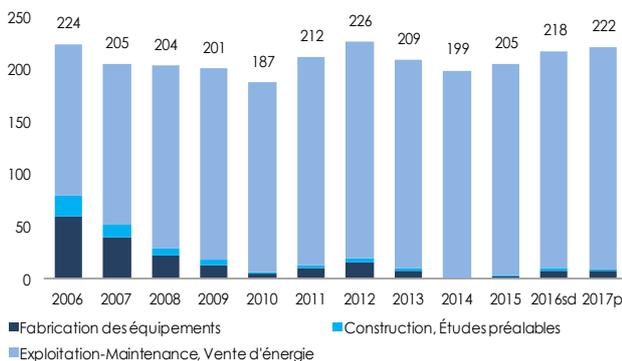


Tendances observées 2014-2016

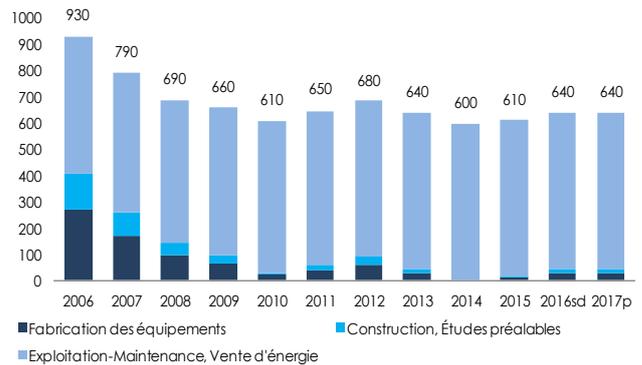
- Investissements annuels (M€)
- Emplois liés à l'investissement (ETP)
- Valeur de l'énergie vendue (M€)
- Emplois de vente domestique d'énergie (ETP)

Les emplois directs associés sont estimés à 640 ETP en 2016 (contre 600 ETP en 2014). Plus de 93 % de ces emplois concernent la vente domestique d'énergie.

Marchés liés à l'incinération des DMA (M€)



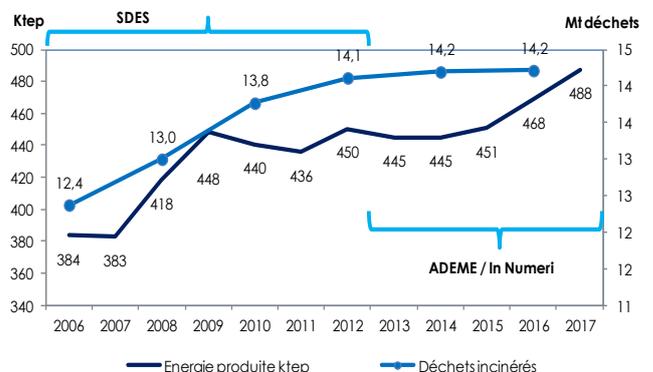
Emplois associés à l'incinération des DMA (ETP)



Production d'énergie (ktep)



Déchets incinérés (Mt) et énergie produite (ktep)



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 2016, il s'agit d'estimations semi-définitives et, en 2017, d'estimations provisoires.

- Fabrication** Equipements de valorisation énergétique et de production d'énergie renouvelable
- Installation, Études** Construction de site, installation des équipements, études préalables
- Vente d'énergie** Vente des énergies issues des UIOM

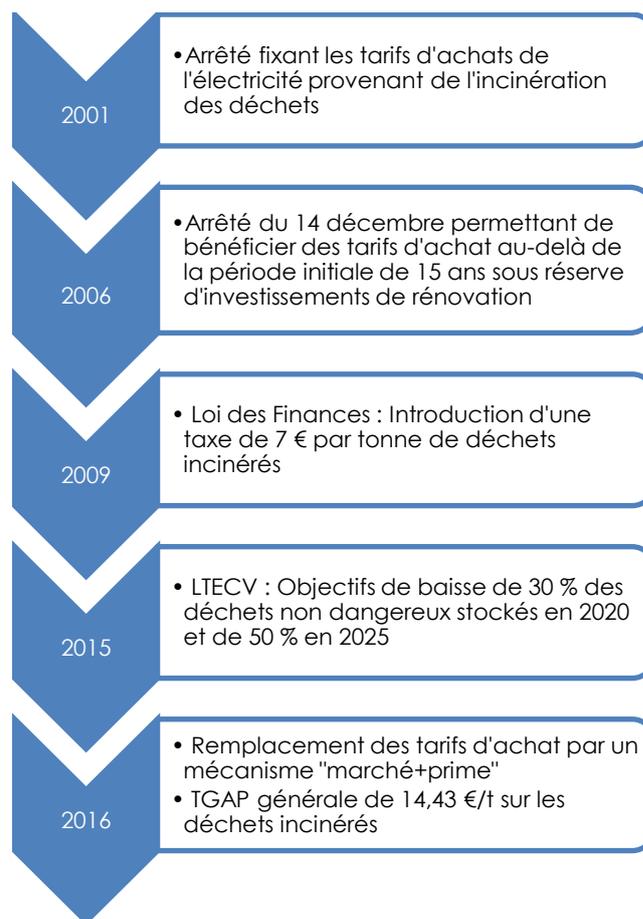
Contexte réglementaire

Soutiens financiers : tarifs d'achat, complément de rémunération, 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 (avec modalités fixées par arrêtés sur 15 ans). 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 (arrêté du 2/10/2001). Aujourd'hui, sur un parc total de 990 MW fin 2015, le parc sous obligation d'achat (contrat DM) ne représente plus que 690 MW du fait de la caducité de contrats totalisant une puissance installée de 300 MW. Les autres producteurs vendent directement leur électricité sur le marché libre.

Dans le cadre de la réforme européenne des mécanismes de soutien aux énergies renouvelables, le dispositif pour les UIOM devait évoluer en 2017. Cependant, l'arrêté devant remplacer le système d'obligation d'achat actuel par un système de vente sur le marché complété par un complément de rémunération n'est pas encore publié, la CRE ayant donné un avis défavorable sur le projet du Ministère le 3 mars 2016.

Créé en 2009, le Fonds Chaleur de l'ADEME soutient les investissements réalisés dans la valorisation de la chaleur 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 2017, le taux de base de la TGAP par tonne de déchets incinérés est de 15 €/t, contre 14,43 €/t en 2016. Il sera de 15,03 €/t en 2018. Néanmoins, de nombreuses réductions sont applicables permettant de tenir compte de différents critères environnementaux : certification des installations, performance énergétique, et valeurs des émissions d'oxydes d'azote. En 2018, une UIOM ISO 14001 et ISO 5001, émettant moins de 80 mg/m³ et ayant un rendement énergétique supérieur à 0,65, bénéficie d'un taux de TGAP de 3,01 €/t.

Contexte européen

- En 2016, les 480 unités d'incinération d'ordures ménagères européennes produisent 21 047 GWh d'électricité (+2,6 % par rapport à 2015). Plus de la moitié de cette production est issue d'unités fonctionnant en cogénération (52,2 %).
- La production de chaleur des UIOM européennes (y compris issue des unités en cogénération) s'élève à 2 975 ktep (+0,5 % par rapport à 2015).
- Un total de 90 millions de tonnes d'ordures ménagères est traité et incinéré dans ces centrales.
- La production d'énergie issue des UIOM en France est de 2 163 GWh électrique (dont 46,5 % en cogénération) et 602 ktep thermique (dont 42,4 % 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 des déchets ménagers renouvelables augmente de 22,4 % entre 2015 et 2016.

Sources : Confederation of European Waste-to-Energy Plants ; EurObserv'ER (2017), État des énergies renouvelables en Europe

Les acteurs de la filière de la valorisation des déchets ménagers et assimilés

113 UIOM avec récupération d'énergie en 2016

Selon l'enquête ITOM, il y a 113 UIOM consacrées à l'incinération des DMA avec récupération d'énergie en 2016³⁰. Le marché de l'exploitation des incinérateurs est dominé par trois grands groupes : Suez (via ses filiales Sita et Novergie), Véolia, et EDF (via sa filiale TIRU). Les collectivités locales, des groupes spécialisés dans les déchets, ou encore des constructeurs (Inova Opérations) exploitent aussi des installations (même si leur segment est beaucoup plus limité).

Peu de constructions en France, mais des groupes français spécialisés dans le domaine

Plusieurs groupes français sont spécialisés dans la construction d'usines d'incinération : CNIM (Constructions 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.

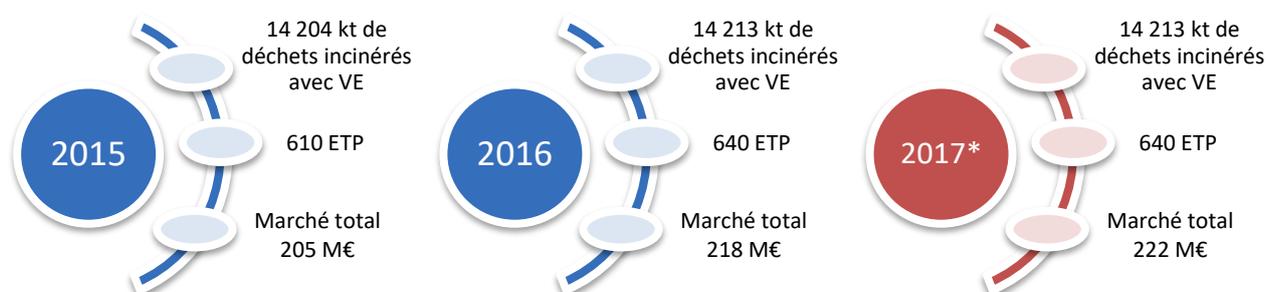
CNIM : Spécialisé dans la construction mécanique et l'ingénierie, le groupe réalise un CA de 634,9 M€ en 2016 (dont 51,6 % à l'export) et emploie 2 570 personnes. CNIM complète son portefeuille de technologies et de services dédiés aux centres de valorisation des déchets. Au 1^{er} semestre 2015, le 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. Le groupe affiche un CA de 17,7 M€ en 2016 pour 80 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. L'investissement s'élève à 87 M€ pour une mise en service prévue fin 2018. En 2016, le CA de l'entreprise est de 115,8 M€ pour 150 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. Cette même année, l'entreprise réalise un CA de 70,2 M€ et emploie plus de 230 salariés.

Situation et perspectives 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 pour 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. C'est le cas des projets dans l'Aube (construction d'un incinérateur de 60 000 t/an par Véolia) et dans le Val-de-Marne. Entre 2014 et 2016, aucun chantier de construction d'incinérateur n'est lancé en France. Seule, la construction du centre de traitement de déchets multi-filières d'Echillais (Charente-Maritime) débute en 2015 pour une mise en service programmée en 2018. La partie incinération devrait traiter environ 69 000 tonnes de déchets ménagers,

³⁰ 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.

pour une production d'électricité équivalente à la consommation de 11 000 personnes. L'énergie thermique alimentera un réseau de chaleur desservant la base aérienne voisine.

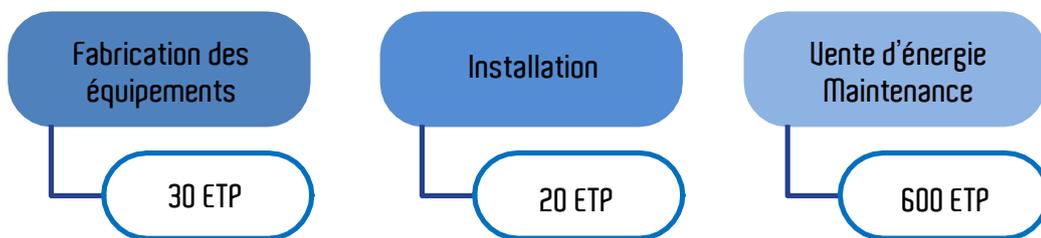
Le marché des travaux de rénovation, de modernisation et d'optimisation des incinérateurs se développent. De nombreux anciens sites investissent dans l'amélioration de leur efficacité énergétique, via la modernisation des fours et des équipements de récupération d'énergie, l'optimisation de la combustion et la recherche de nouveaux débouchés pour la chaleur. Actuellement, une vingtaine d'unités (sur 113 unités en France) met en œuvre des travaux d'optimisation. Faute de données, ces investissements ne sont pas inclus dans cette fiche.

Hausse de la production et de la vente d'énergie en 2016

Selon l'enquête ITOM, les quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique augmentent légèrement entre 2014 (14 195 kt) et 2016 (14 213 kt). Cette progression est plus faible qu'entre 2008 et 2010, où ces volumes augmentent de 5,9 %. Parallèlement à la hausse des quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique, le SDES indique une hausse de 6,6 % de la production primaire d'énergies renouvelables issues des déchets urbains entre 2014 et 2016.

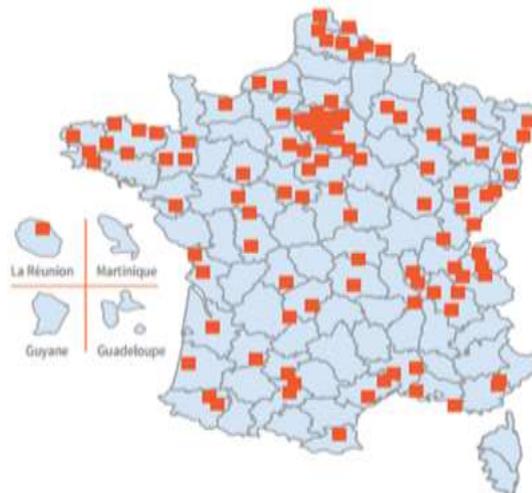
La consommation finale de chaleur issue de l'incinération (y compris en autoconsommation) s'élève à 3 268 GWh (soit 281 ktep) en 2016. Cette même année, la production d'électricité s'élève à 2 180 GWh d'électricité (part renouvelable). On estime que 75 % de la chaleur et 86 % de l'électricité sont vendus. Sur la base de prix unitaire de l'électricité (données CRE) et de la chaleur (données SNCU), la valeur de l'énergie vendue issue des UIOM s'élève à 208 M€ en 2016 (soit une hausse de 3 % par rapport à l'année précédente).

Des emplois en hausse en 2016



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 d'environ 4 500 ETP. En 2016, les emplois de vente d'énergie renouvelable sont de 600 ETP, proportionnel à la part de la vente d'énergie dans le chiffre d'affaires des UIOM.

Parc français des UIOM avec production énergétique en 2016



Source : ADEME, Enquête ITOM 2014 (Données 2014 provisoires)

Nécessité de maintenir les dispositifs de soutien selon la PPE

La Loi sur la Transition Énergétique pour une Croissance Verte (LTECV) fixe de nouveaux objectifs en matière de déchets : division par deux du stockage des déchets non dangereux et non inertes et objectif de 65 % de recyclage de ces déchets à l'horizon 2025 ; réduction de 30 % de la consommation d'énergies fossiles en 2030 par rapport à 2012.

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE 2016) souligne la nécessité de maintenir des dispositifs de soutien, tant pour l'électricité que pour la chaleur générée et valorisée par les incinérateurs.

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	2016sd	2017p
Investissements domestiques												
Equipements fabriqués en France *	59	39	22	13	4	10	15	7	0	3	7	7
Construction, Études préalables	20	13	7	4	1	3	5	2	0	1	2	2
Total des investissements	79	52	29	18	6	13	20	10	0	3	10	9
Exploitation-Maintenance, Vente d'énergie	145	153	174	184	182	200	207	200	199	202	208	213
Marché total **	224	205	204	201	187	212	226	209	199	205	218	222

*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	2016sd	2017p
Liés aux Investissements domestiques												
Fabrication des équipements	270	170	90	70	20	40	60	30	0	10	30	30
Construction, Études préalables	140	90	50	30	10	20	30	20	0	10	20	10
Total	410	260	140	100	30	60	90	50	0	20	40	40
Liés à la maintenance et la vente d'énergie	520	530	550	560	580	590	590	590	600	600	600	600
Total des emplois	930	790	690	660	610	650	680	640	600	610	640	640

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	2017p
Déchets incinérés avec VE (kt) *	12 372	12 686	12 999	13 383	13 767	13 940	14 113	14 154	14 195	14 204	14 213	14 213
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	2 360
Production de chaleur GWh	2 835	2 656	2 983	3 172	3 130	2 953	2 998	3 091	3 184	3 226	3 268	3 310
Production de chaleur ktep	244	228	256	273	269	254	258	266	274	277	281	285
Production totale ktep	384	383	418	448	440	436	450	445	445	451	468	488

*VE : valorisation énergétique. Les données manquantes ne sont pas publiées par ITOM, mais estimées par In Numeri.

** 1 ktep = 11,63 GWh

Sources : Production d'électricité : SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables ; Production de chaleur : 2006 à 2012 : SDES, 2013 à 2017 : Evolution des données du SDES selon ADEME, Enquêtes ITOM

Note : Les estimations concernant les investissements domestiques (montant et emplois) sont basées sur les données issues de la base SINOE sur les UIOM. Ces données (nombre d'unités, capacité en tonnage peuvent évoluer selon l'année d'extraction, les données étant le résultat d'enquêtes. Par conséquent, les séries présentées cette année ne peuvent être comparées à celles des éditions précédentes.

Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Déchets incinérés (tonne)		ADEME, Enquêtes ITOM pour les années paires	**
Investissements (M€)			
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 des équipements (75 %), Construction (16 %), Ingénierie (9 %)	Estimation In Numeri	**
Production d'énergie issue des déchets ménagers renouvelables			**
Production d'électricité (GWh)		SDES, Tableau de bord des énergies renouvelables	***
Production de chaleur (ktep)		2006 à 2012 : SDES 2013 à 2017 : Evolution selon les enquêtes ITOM (ADEME)	**
Part de l'énergie vendue (%)		ADEME, Enquêtes ITOM pour les années paires	**
Prix de l'énergie (€/MWh)			
Électricité (€/MWh)		CRE, Délibérations sur les CSPE, Annexes 1	***
Chaleur (€/MWh)	Part variable du prix de la chaleur	SNCU, Enquêtes annuelles sur les réseaux de chaleur	***
Emplois (ETP)			
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 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 dont la mise en service est prévue courant 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 électrique issue des déchets renouvelables sont issues du tableau de bord du SDES. Les données sont disponibles de 2006 à 2016. On suppose que la production 2017 augmente au même rythme que 2015-16.

Pour la chaleur, les données sur la consommation finale issue des déchets urbains renouvelables sont issues du SDES. Ces données ne sont disponibles que de 2006 à 2012. À partir de 2013, on fait évoluer les données du SDES selon le taux d'évolution de la production d'énergie renouvelable : production d'électricité issue du SDES + production de la chaleur (autoconsommée et vendue) issue des enquêtes ITOM (ADEME) 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 ITOM (ADEME).

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 la part variable des prix de chaleur issus des enquêtes annuelles du SNCU (Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine).

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 selon les données issues des CN de 2006 à 2016. Les ratios 2017 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 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.

Nombre de projets développés/en cours de développement (page 120)	78
--	----

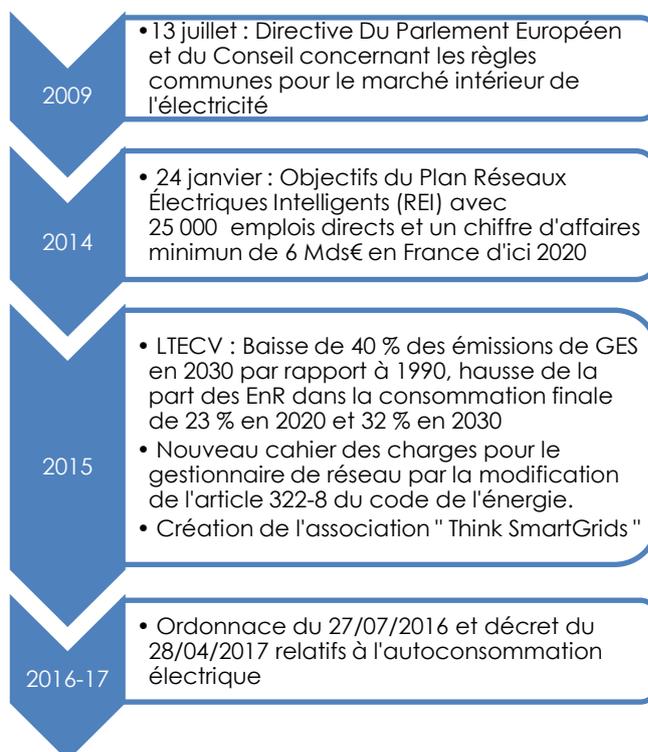
Nombre de compteurs Linky posés fin 2017 (millions)	7,3
--	-----

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 Grids³¹ s'inscrit ainsi à la croisée de trois évolutions : transition énergétique, transformation numérique et recomposition territoriale.

Publiée le 24 janvier 2014, la feuille de route du Plan « Réseaux Électriques Intelligents » de la RTE (Réseau de Transport d'Électricité) a pour vocation la consolidation des filières électriques et informatiques françaises sur le marché des réseaux électrique intelligents à forte croissance et créateurs d'emplois. Selon la feuille de route, la France compte sur des leaders mondiaux dans toutes les technologies concernées : opérateurs de réseaux électriques et télécoms, équipements, fabricants de composants, ingénierie logicielle, data centers.



³¹ 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.

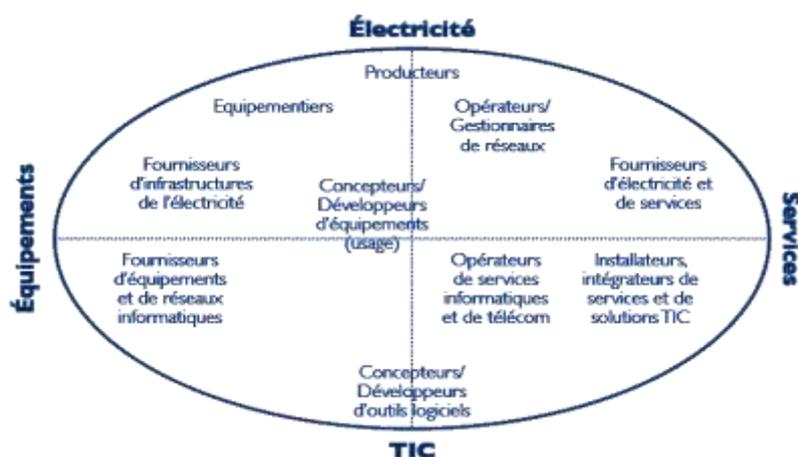
L'objectif du Plan REI est d'arriver à plus de 25 000 emplois directs en France pour un CA d'au moins 6 Mds€ d'ici 2020. Cela représenterait 10 000 créations d'emplois en France, principalement dans les secteurs de l'ingénierie, de la conception et des services, en préservant par ailleurs des emplois de production sur le territoire.

Dans le cadre de la LTECV (article 199 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015), 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 (n° 2016-1019) et le décret du 28 avril 2017 (n° 2017-676) relatifs à l'autoconsommation électrique ouvrent notamment 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 Xerfi³², le marché français des réseaux intelligents d'eau, de gaz et d'électricité³³ est en forte hausse depuis 4 ans et passe de 300 M€ en 2014 à 800 M€ en 2016. Les estimations pour 2017 tablent sur un marché de 1,2 Mds€ en 2017 et 1,5 Mds€ en 2018.

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 et la Finlande équipé de compteurs intelligents. Luxembourg, Irlande et Autriche d'ici fin 2018.

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 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)

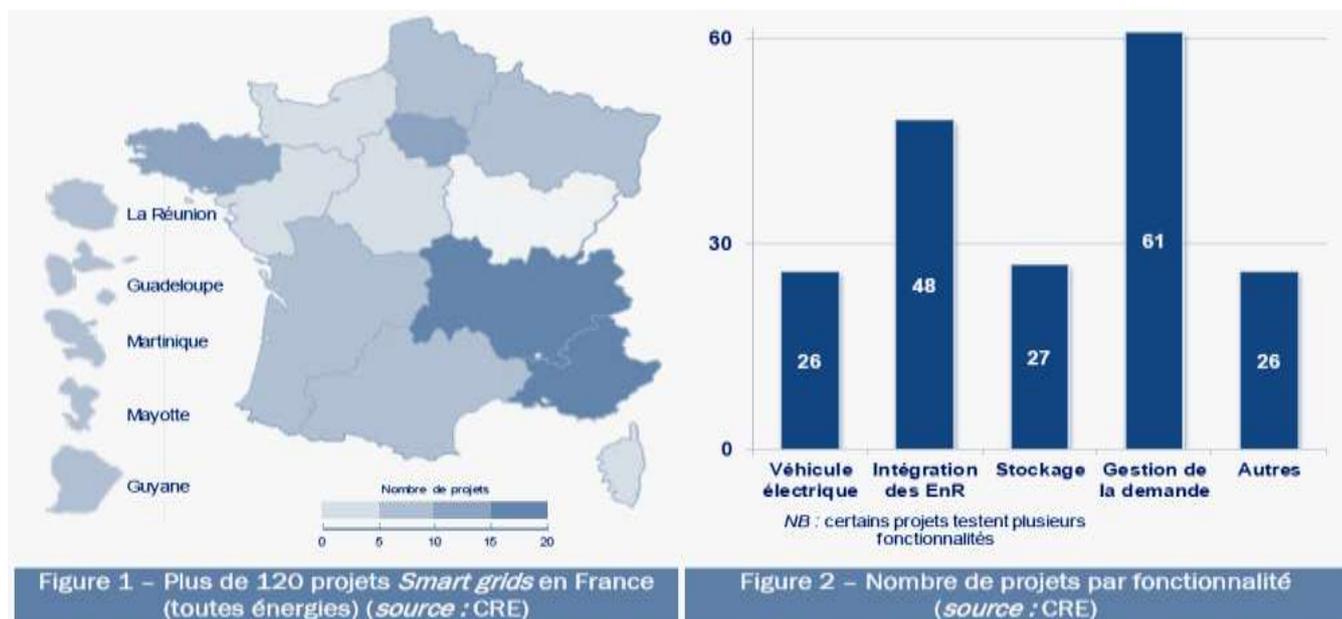
³² Xerfi (2017), Le marché des réseaux intelligents en France, Électricité, gaz naturel et eau : Leviers de croissance des acteurs et perspectives du marché des smart grids à l'horizon 2022

³³ Compteurs intelligents et gestion automatisée des réseaux

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'interpole Smart Energy French Clusters (anciennement Smart Grids France), composé de 9 pôles de compétitivité spécialisés dans l'énergie et les télécommunications, 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 dépense³⁴ 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).



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 projet 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, notamment SMILE (Bretagne, Pays de la Loire) à 300 M€, FLEXGRID (PACA) à 200 M€ ou encore You&Grid de la 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 a recensé des données concernant la période de réalisation et le montant d'investissement de 78 projets représentant un budget global de 892,9 M€ (Sources : CRE, ADEME).

³⁴ 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)

Projets	Période	Montant M€	Projets	Période	Montant M€
Toute la France			Energy Positive IT 2,0	2011-2014	10,50
CORRI-DOOR	2014-2015	9,70	FUSINI (FLUDIA)	2018-2020	0,77
EnR-Pool	2013-2015	2,30	HELICE (LEOSPHERE)	2016-2017	0,47
Infini Drive	2012-2014	9,09	IssyGrid	2011-2015	2,00
MODELEC	2012-2016	2,30	LORATIC (IXEL)	2016-2017	0,37
NEXT	2017-2021	7,10	SAVE	2011-2012	23,00
POST	2013-2016	4,50	SMART GRID MONI (Win MS)	2016-2017	0,68
REStable	2016-2019	3,60	SYNERGIES (SOLUNERGIE)	2016-2017	0,77
SEAS	2014-2017	11,61	Normandie		
TBH Alliance	2015-2017	4,00	Syndicat Dep NRJ Calvados	2014-2016	2,85
Auvergne-Rhône-Alpes			Nouvelle-Aquitaine		
BeeBryte SAS	2016-2017	0,47	EVER	2012-2015	3,72
EconHome	2011-2014	12,00	IPERD	2012-2015	1,60
GreenLys	2012-2016	43,00	Occitanie		
KEEP IT UP (UPOWA)	2016-2017	0,46	Digisol	2017-2021	2,10
Lyon Smart Community	2012-2016	50,00	Intermittence	2016-2019	5,10
m2M	2017-2020	1,30	I- Grid (Edison Ways)	2015-2016	0,49
POWER (Kapteos SAS)	2016-2017	0,45	Monitoring THPE	2006-2008	1,05
SIMPADE (NovEner)	2016-2017	0,41	Primergi	2010-2012	0,74
Smart Electric Lyon	2012-2016	69,00	RIDER	2011-2013	5,16
Transform	2013-2015	7,80	Smart OCCITANIA	2017-2020	8,00
Bretagne			Smart ZAE	2012-2015	4,30
Address	2008-2013	16,00	SoGrid	2011-2015	27,00
Elhyra (partie Bretagne)	2010-2012	0,02	Pays-de-la-Loire		
Rennes Grid	2017-2021	5,80	ECOZA (Pays-de-la-Loire)	2012-2014	97,60
PRIDE	2017-2020	5,20	Smart Grid Vendée	2013-2017	28,00
Solenn	2014-2016	13,30	QT4 (QTS ENERGY)	2016-2017	0,69
Centre-Val de Loire			PACA		
Afficheco	2009-2012	1,40	CityOpt	2014-2017	3,91
Ecolink	2014-2019	20,00	EVA (Qualisteo)	2016-2017	0,42
Grand Est			GDB SSG (GRIDBEE Communications)	2016-2017	0,42
A3M	2011-2014	0,60	Homepulse	2016-2017	0,41
CROME	2011-2014	6,40	Jupiter1000	2015-2021	28,00
Ene.Field	2012-2016	61,00	NICE Grid	2011-2014	30,00
EPILOG	2015-2016	0,40	PREMIO	2008-2012	8,10
VENTEEA	2013-2017	23,80	PicoWatty	2017-2019	5,10
Hauts-de-France			RéFLexE	2012-2015	8,70
GRHYD	2005-2010	15,30	SENSOMI	2012-2013	0,16
Postes Intelligents	2013-2016	32,00	TELEWATT	2012-2013	3,00
SO MEL SO CONECTED	2017-2020	20,00	Corse		
VERTPOM	2017-2020	8,50	Millener	2012-2015	30,50
Île-de-France			Myrte	2012-2017	21,00
BienVenu	2015-2018	10,00	Smart Electricity	2006-2010	20,50
DREAMS	2016-2017	0,37	SDEC	2013-2015	2,85
ECO-ADAPT	2016-2017	0,51	EPIT	2012-2014	10,00
Eco2Charge	2013-2016	13,20	TOTAL		892,92

Sources : CRE ; ADEME

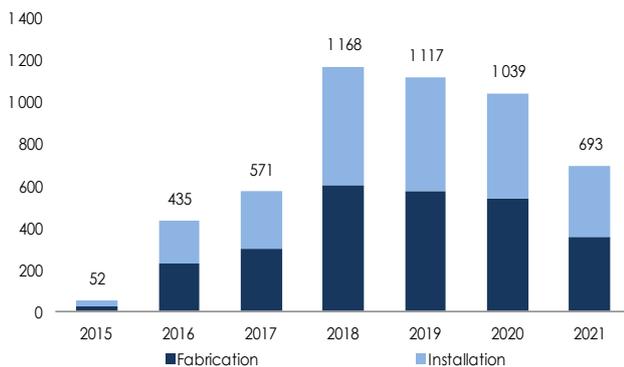
Déploiement des compteurs communicants Linky

1^{ère} 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 distribués.

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^{ère} phase du déploiement des 35 millions de compteurs en France d'ici 2021. En 2017, 7 300 000 compteurs Linky sont posés dans l'hexagone, représentant un marché de 571 M€ et 4 930 emplois directs associés.

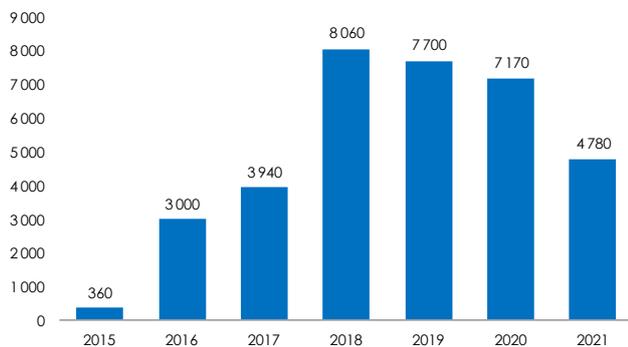
Marchés liés au déploiement des compteurs Linky (M€)



Emplois associés au déploiement des compteurs Linky (ETP)



Nombre de compteurs Linky posés par an (milliers)



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^{ère} phase du déploiement des 35 millions de compteurs communicants Linky. Cette 1^{ère} 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 2009/72/CE du Parlement Européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant l'établissement de règles communes pour le marché intérieur de l'électricité. 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 2016, Sagemcom affiche un CA de 2,05 Mds et collabore avec

4 000 personnes dans le monde. La filiale Sagemcom Multi-Energy Industry est affectée à la fabrication des compteurs Linky et Gazpar. En 2016, le CA de cette filiale s'élève à 24,3 M€ pour 70 salariés.

ITRON France : Filiale du groupe ITRON USA (un des leaders mondiaux des compteurs et systèmes associés), ITRON France réalise un CA de 386 M€ en 2016 (dont 212 M€ à l'export) et emploie 1 070 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^{er} 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 2016, l'entreprise réalise un CA de 26,1 M€ (dont 10,5 M€ à l'export) et emploie 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 29,4 M€ en 2016 pour 70 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.

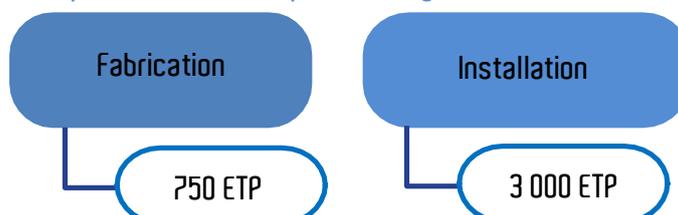
Situation et perspectives du marché et de l'emploi



* Estimations IN NUMERI. ETP : équivalents temps plein.

L'installation des compteurs Linky commence en 2015. Fin 2016, 3 360 000 compteurs sont posés en France. En comparaison avec des projets similaires réalisés dans d'autres pays et sur la base des analyses menées en interne par Enedis, l'enveloppe globale du projet est estimée à 5 Mds€ sur 7 ans (2015 à 2021). Ceci représente un coût unitaire de 145 € par compteur, dont 75 € pour la fabrication des équipements et 70 € pour leur installation. Par conséquent, les investissements sont de 225 M€ pour la fabrication et 210 M€ pour la pose des compteurs en 2016.

En 2016, 3 750 emplois dans le déploiement des compteurs Linky



Les emplois directs associés au déploiement des compteurs communicants Linky est de 3 750 ETP en 2016, dont 750 ETP pour la fabrication et 3 000 ETP pour l'installation des compteurs.

Prévisions et tendances 2017

Deux ans après le commencement du déploiement des compteurs Linky, on évalue à 7,3 millions le nombre de compteurs posés dans 4 200 communes fin 2017, dont 3 940 000 posés en 2017. Le marché total représente ainsi 571 M€ en 2017, dont 296 M€ dans la fabrication et 276 M€ dans la pose. Les emplois associés à ces marchés s'élève à 990 ETP dans la fabrication et 3 940 ETP dans l'installation, soit un total de 4 930 ETP. Mi-2018, le parc total des compteurs Linky posés est à plus de 11 328 520 compteurs.

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
Investissements domestiques							
Équipements fabriqués en France	27	225	296	604	578	537	358
Installation des équipements	25	210	276	564	539	502	334
Marché total	52	435	571	1 168	1 117	1 039	693

Estimations IN NUMERI

Emplois associés au déploiement des compteurs électriques Linky

Emplois (ETP)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liés aux investissements domestiques							
Équipements fabriqués en France	90	750	990	2 010	1 930	1 790	1 190
Installation des équipements	360	3 000	3 940	8 060	7 700	7 170	4 780
Total des emplois	450	3 750	4 930	10 070	9 630	8 960	5 970

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	8 060	7 700	7 170	4 780

Sources : Estimation IN NUMERI selon Enedis ; Communiqués de presse



Données sources

Données	Calculé à partir de	Sources	Niveau de confiance
Marché total (M€)	Nb de compteurs x Prix unitaire		
Nb de compteurs posés par an		Enedis ; Communiqués de presses	***
Prix unitaire (€/compteur)	145 €	Enedis ; CRE	***
Fabrication (M€)	75 € par compteur	Enedis ; CRE	***
Installation (M€)	70 € par compteur	Enedis ; CRE	***
Emplois (ETP)			
Fabrication (ETP)	Fabrication M€ x ratio [Production/Emploi]	Comptes des entreprises	**
Installation (ETP)	Installation M€ x 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

Développement commercial prévu à partir de 2021

Les Énergies Marines Renouvelables (EMR) regroupent plusieurs filières de production : les filières productrices d'électricité (éolien flottant, hydrolien maritime ou fluvial, marémoteur, houlomoteur) et les filières productrices de chaleur (Énergie Thermique des Mers ETM, 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 km²) et ouvert sur tous les océans, des industries performantes, et de nombreux organismes de recherche appuyant le développement des différentes filières. Hormis la production d'électricité à partir d'énergie marémotrice, les EMR n'ont pas atteint la phase industrielle.

Certaines filières sont cependant plus avancées que d'autres, les plus proches du développement industriel étant l'éolien flottant et l'énergie hydrolienne.

Les derniers Appels À Projets (AAP) et Appels à Manifestation d'Intérêt (AMI) ciblent largement les filières hydrolienne et éolien flottant. Les premières fermes pilotes devraient voir le jour vers 2020, pour un développement commercial à partir de 2021.

Projets développés/en cours de développement (page 129)

Nombre de projets (hors Rance)	15
Puissance en MW (hors Rance)	377

Parmi les filières éoliennes, seul l'éolien en mer flottant entre dans le périmètre des EMR. L'éolien offshore posé fait l'objet d'un encadré dans la fiche relative à l'éolien terrestre.

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

Les IA constituent le principal outil de financement des projets à l'échelon national. Lancés en 2009 sous la dénomination de « Grand Emprunt », ils ont pour objectif de maintenir la compétitivité française dans de nombreux domaines. Dans les EMR, une aide de 3,7 M€ est attribuée à EEL Energy pour son hydrolienne en rupture avec les modèles classiques à turbine.

Appels à Manifestations d'Intérêt et Appels à Projets pilotés par l'ADEME

Les premiers AMI relatifs aux EMR remontent à 2009 et les premiers AAP à 2013. Les appels à projets les plus récents sont lancés en 2015. L'AAP « Énergies Marines Renouvelables et fermes pilotes hydroliennes fluviales » est lancé par l'ADEME en août 2015. Il est composé de trois volets :

- **Volet 1 :** Réalisation de démonstrateurs unitaires innovants pour la filière hydrolienne marine et la filière houlomotrice. Ce volet s'est clôturé le 25 janvier 2016.
- **Volet 2 :** Réalisation de briques technologiques critiques pour le développement des EMR. La clôture est intervenue le 19 septembre 2016.
- **Volet 3 :** Réalisation de fermes pilotes hydroliennes, dont la clôture est intervenue le 20 mars 2017.



Un AAP portant sur les fermes pilotes éoliennes flottantes est lancé en août 2015 et s'est clôturé en avril 2016. Il porte sur des parcs de 3 à 6 machines de puissance unitaires de 5 MW. Les lauréats des quatre zones (3 en Méditerranée et 1 en Bretagne) sont désignés fin 2016, pour un total de 96 MW.

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.
- **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.

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 continental sur la période 2016 à 2023 afin d'atteindre les objectifs définis aux articles L100-2 et L100-4 du code de l'énergie. L'objectif de développement de la production d'électricité concernant la filière des énergies marines est de 100 MW au 31 décembre 2023.

Institut pour la Transition Énergétique France Energies Marines (ITE FEM)

En juillet 2015, la signature de la 1^{ère} convention entre France Energie Marine (FEM) et l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pose les conditions de réalisation et de soutien de projets de Recherche-Développement pour les trois années suivantes. La convention prévoit un financement à hauteur de 10 M€, dont 4 M€ sont rendus accessibles dès la 1^{ère} année. Depuis 2015, un AAP conjoint entre l'ITE FEM et l'ANR est lancé de façon annuelle. À ce jour, plus de 20 projets sont soutenus, représentant plus de 16 M€.

Simplification des procédures pour l'éolien en mer et les énergies marines renouvelables

La loi du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance modifie le code de l'énergie en vue de simplifier certaines procédures. En particulier, elle instaure une expérimentation sur trois ans du remplacement de l'enquête publique par une participation du public par voie électronique en cas de concertation réalisée antérieurement sous l'égide d'un garant désigné par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP). Elle habilite le gouvernement à légiférer par voie d'ordonnance afin de remédier à des surtranspositions du droit de l'Union Européenne pour simplifier le processus décisionnel en matière d'éolien en mer.

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 km² de territoire maritime. Les autres pays européens à fort potentiel sont le Royaume-Uni, l'Espagne et le Portugal.
- Dans le monde, plus de 3 200 turbines d'éolien posé produiraient de l'électricité en mer, représentant près de 12 GW de capacité.
- Il existe 5 usines marémotrices en fonctionnement dans le monde : Sihwa (254 MW) en Corée du Sud, la Rance (240 MW) en France, Annapolis (20 MW) au Canada, Kilaya Guba (1.7 MW) en Russie ainsi qu'une usine de 3.2 MW en Chine.

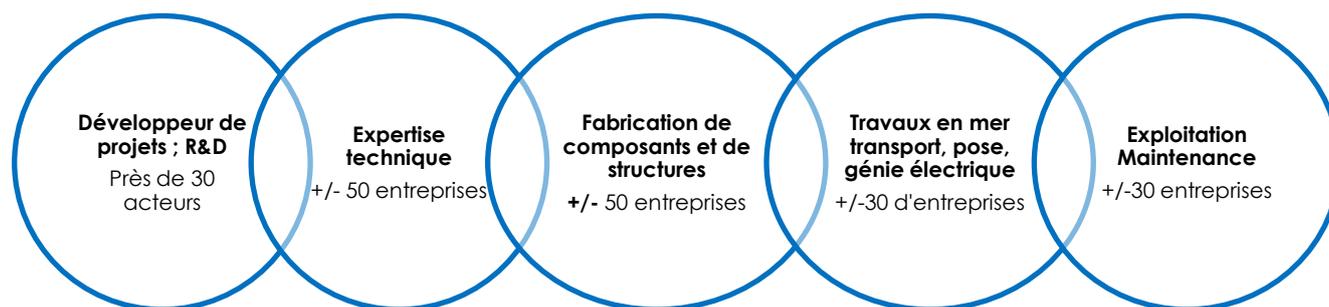
Les acteurs de la filière des énergies marines renouvelables

Implication des Régions et collectivités

Les Régions littorales, chef 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 co-pilotent, les travaux de planification. À noter également d'importants investissements consentis dans les infrastructures logistiques et portuaires.

Une centaine d'entreprises et centres de recherche intervenant sur les EMR

L'annuaire de la filière française des énergies marines renouvelables réalisé conjointement par le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et le Groupement des Industries de Construction et Activités Navales (GICAN) recense plus d'une centaine d'entreprises et centres de recherche intervenant sur les EMR.



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. Une trentaine de projets EMR, représentant près de 150 M€, sont labellisés par les pôles de compétitivité à l'heure actuelle.

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'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 DCNS Energies (Naval Energies) localisent leurs centres de recherche dédiés aux EMR en France. Les grands énergéticiens (EDF EN et ENGIE) consentent également d'importants 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. Dans la filière de l'éolien flottant, les bureaux d'études réalisent un CA de 9 M€ en 2016. 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 Energie de la Lune, Hydroquest, Idéol, et Sabella.

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, 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, Roxeltec 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.

Situé à Saint Nazaire, le chantier naval STX est constructeur de sous-stations d'éoliennes en mer posées. STX développe également une importante 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 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). Sa filiale Bertin technologies développe également une technologie d'hydroliennes de petite puissance dans le cadre d'un projet financé par le Fond Unique Interministériel (FUI).

Développeurs et énergéticiens : présents sur les différentes filières des EMR

Les grands énergéticiens français sont présents sur les différentes filières des EMR. Akuo développe avec Sabella un projet de ferme pilote au Fromveur. EDF EN développe également des projets pour toutes les filières EMR. Le groupe choisit OpenHydro pour réaliser une démonstration sur le site de Paimpol-Bréhat. Le projet Normandie Hydro, retenu dans le cadre de l'AMI « Fermes pilotes hydroliennes », est développé dans le cadre de ce partenariat.

Situation et perspectives du marché

La France dispose de l'un des meilleurs potentiels de développement des énergies marines, du fait de l'étendue de son territoire maritime de plus de 11 millions de km².

Le stade précoce de développement des EMR ne permet pas d'estimer des marchés sur le modèle de ce qui est fait dans le reste de l'étude « Marchés et Emplois ». Par la suite, on présente 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), les informations ayant été actualisées. Pour chaque filière, la présentation des projets reprend un classement par ordre de maturité croissante. L'ensemble de ces projets représentent près de 3 Mds€ d'investissements. Cependant, certains projets sont abandonnés précocement. Les projets actuellement en cours de développement ou de construction représentent plus de 70 M€ d'investissements par an.

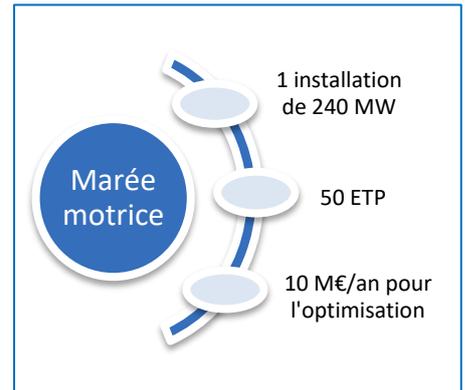
Projets achevés ou en cours de développement pour les différentes filières EMR

Statut	Localisation	Type de projet	Nom du projet	Consortium/Acteurs	Puissance MW	Début	Mise en service	Montant M€
HYDROLIEN								
En cours	Boulogne-sur-Mer	Prototype	EEL ENERGY	EEL ENERGY/IFREMER/HUTCHINSON	1,0	2010	2016	9
	Cherbourg	Démonstrateur			5,0	-	-	
Fini	Bénodet	Démonstrateur	Sabella D03	Sabella	0,001	2008		0,75
Fini	Passage du Fromveur	Démonstrateur	Sabella 10		1,0	2009	2015	14,228
En cours	Passage du Fromveur		Sabella 12	SABELLA/AKUO/ENGIE/REGION BRETAGNE	1,0	-	2020	
	Passage du Fromveur		Sabella 15		2,0	-	2019	
	Passage du Fromveur	Ferme Commerciale	Eusabella		2,0	2017	2020	
Abandonné	Raz Blanchard	Conception	Orca	Alstom/EDF/STX France/École Centrale de Nantes	3,2	2011	2012	28,0
Arrêté		Ferme commerciale	Nephtyd (Oceade-Alstom)	Engie	5,6	2016	-	101,0
En développement	Raz Blanchard	Ferme commerciale	Normandie Hydro	EDFR/ENEDIS	14,0	2014	2020	112,0
Fini	Paimpol-Bréhat	Prototype	Arcouest (OPENHYDRO1)	EDF/NAVAL ENERGIES/OPEN HYDRO	0,5	2008	2011	70,0
		Démonstrateur			2,0	2015	2017	
Abandonnée		Ferme Commerciale	Arcouest (OPENHYDRO1)	EDF/NAVAL ENERGIES/OPEN HYDRO	5,0	2008	-	
En cours	Paimpol-Bréhat	Prototype	HYDROQUEST OCEAN	HYDROQUEST	1,0	2013	2019	
Sous-Total					43,3			335,0
EOLIEN OFFSHORE FLOTTANT								
Fini	Le Croisic	Démonstrateur	Floatgen	Ideol/Bouygues Construction/École Centrale de Nantes/Université de Stuttgart/RSK Group/ZABALA/FRAUNHOFER IWES	2,0	2014	2017	21,5
En développement	Gruissan	Ferme pilote	Eolmed	Quadrant Energies Marines/Ideol/ Bouygues Construction/Senvion	24,6	2016	2018	212
Fini	Fos-sur-Mer	Prototype	Vertifwind	Nénuphar/EDFR/Technip	2,0	2009	2016	16,8
Abandonné		Démonstrateur		Nénuphar/EDFR/Technip	26,0	-	-	
Abandonné	Faraman	Ferme pilote	Vertimed	Nenuphar/Plastinov/Sogefi/Arts & Métiers/HIGH TECH	24,0	2015	2020	200
Abandonné	Fos-sur-Mer	Prototype	Twinfloat	Nenuphar/Plastinov/Sogefi/Arts & Métiers/HIGH TECH	5,0	2017	2022	7
En développement	Groix	Conception	Sea Reed	NAVAL ENERGIES/GENERAL ELECTRIC/	6,0	2013	2019	18,9
		Ferme pilote	Groix et Belle-Île	EOLFI OFFSHORE/GENERAL ELECTRIC/NAVAL ENERGY/VINCI	24,0	2016	2021	200
En développement	Leucate	Ferme pilote	EFGL	ENGIE/EDPR/CDCGENERAL ELECTRIC/PRINCIPLE POWER/EIFFAGE	24,0	2017	2021	180
Pas d'infos		Prototype	Spinfloat	Eolfi/SSC/MSC/	5,0	2014	-	4
En exploitation	Brest	Prototype	Eolink	Eolink/Ifremer/Région Bretagne	1,0	-	-	1
En développement	Faraman	Ferme pilote	Provence Grand Large	EDFR/SIEMENS-GAMESA/IFP EN/SBM Offshore	24,0	2016	2020	200
Sous-Total					167,6	-	-	1 061,2
ENERGIE THERMIQUE DES MERS								
Inconnu	La Réunion		SWAC	ClimAbyss/SIDEO	40,0	2008	-	151
Inconnu					EDF/CHU	8,0	-	2014
Abandonné	Martinique		NEMO	AKUO Energy/DCNS/SEM	10,7	2008	2020	450
Sous-Total					58,7			616
HOULOMOTRICE								
Inconnu	Plozovec-Audierne	Ferme pilote	WATTMOR	DCNS/Fortum/AW Energy	1,5	2012	-	15 à 40
	La Réunion	Ferme pilote	Seawatt	Seawatt/Ocean Power Delivery	3,75	2010	2012	25
En développement	Le Croisic	Prototype	S3	SBM Offshore/ECN	-	2010	-	-
En cours		Prototype	HACE	Hydro Air Concept Energie	0,2	2017	-	0,87
Sous-Total					5,45			40,87
MIXTE : HOULE, SOLAIRE, COURANT								
Fini		Prototype	PH4S (MLINER)	GEPS TECHNO	0,005	2011	2014	1
		Démonstrateur			1	2014	2017	
En cours		Démonstrateur	MLINER	GEPS TECHNO	1	2015	2018	150 à 200
		Plateforme			60	-	2020	
Sous-Total					62			151

Énergie marémotrice : barrage de la 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.



De nombreux projets dans le domaine de l'énergie hydrolienne

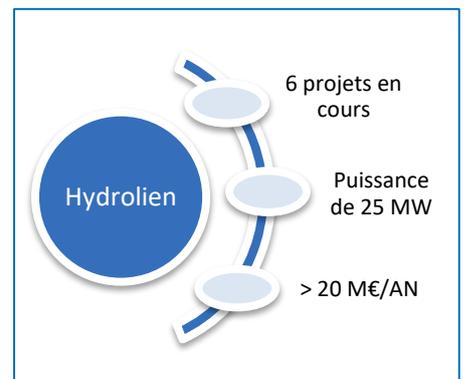
Les projets développés concernent des hydroliennes marines à proprement parler, ainsi que des hydroliennes fluviales.

Sites d'essais

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^{ème} prototype est par la suite positionné au côté du premier en mai 2016, avant que l'ensemble de la ferme ne soit raccordée au réseau national de distribution d'électricité et que les tests peu concluants conduisent à la fin de l'expérimentation et donc à l'abandon de la ferme.



Sabella développe également plusieurs projets d'hydroliennes (Sabella D03 près de Quimper, D10 dans le Fromveur, projets D12 et D15) bénéficiant la plupart du temps d'un soutien financier dans le cadre des investissements d'avenir.

Démonstrateurs

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. Cette technologie pourrait éviter la construction de barrages qui perturbent fortement l'environnement. Des tests sont menés dans les bassins de l'IFREMER, puis dans la rade de Brest en 2018. L'industrialisation devrait débuter à Boulogne en 2019.

Dans le cadre des investissements d'avenir (appel à projets 2016 de l'ADEME), la société Hydroquest et son partenaire industriel Constructions Mécaniques de Normandie (CMN) raccorderont au réseau un démonstrateur de 1 MW attendu fin 2019.

Les projets de démonstrateurs recensés pour la filière hydrolienne portent également sur des briques technologiques. Dans le cadre de l'AAP « EMR – Démonstrateurs et briques technologiques », deux projets sont retenus pour la filière hydrolienne :

- Coordonné par Géocean (filiale du groupe Vinci) et en partenariat avec Mojo Maritime France, le projet « Pile & Tide » doit permettre de développer un engin sous-marin capable d'installer des fondations forées d'hydroliennes.
- Le projet « Prismar » avait pour objectif de faire la démonstration d'un système électrique sous-marin permettant de collecter l'électricité produite par plusieurs hydroliennes afin de l'envoyer à terre. Ce projet est abandonné suite à la cessation d'activité de GE Ocean.

Fermes pilotes

Deux projets de fermes pilotes hydroliennes sont sélectionnés dans le cadre de l'AAP d'octobre 2013 : le projet Normandie Hydro et le projet NEPTHYD. Cependant en 2017, Engie a dû renoncer au programme NEPTHYD suite à l'abandon de son fournisseur, General Electric.

Porté par EDF-EN et DCNS Energies (Naval Energies), le projet Normandie Hydro prévoit l'installation d'une ferme pilote de sept hydroliennes de 2 MW chacune, soit une puissance totale de 14 MW. Le raccordement au réseau est prévu pour 2020. L'exploitation sera assurée par EDF-EN. Le coût du projet est estimé à 112 M€, dont 52 M€ d'aide de l'État. La ferme est équipée de 7 hydroliennes OpenHydro conçues et fabriquées par DCNS Energies.

La CNR (Compagnie Nationale du Rhône) et Hydroquest sont lauréats de l'appel à projets de l'ADEME pour les fermes pilotes hydroliennes fluviales. D'un budget global de 12 M€, ce projet prévoit la mise en service d'une ferme de 39 hydroliennes immergées dans le Rhône en 2019. Dans ce projet, la CNR est associée au fabricant d'hydroliennes grenoblois Hydroquest. Ces hydroliennes totalisent plus de 2 MW de puissance installée.

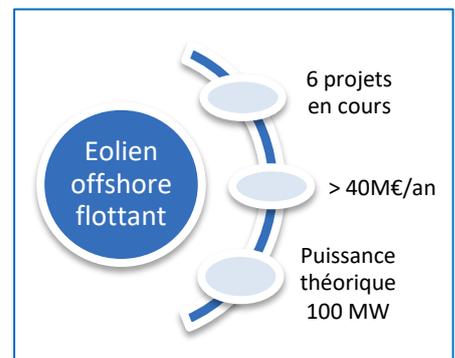
Éolien flottant au stade pré-commercial

A l'instar de l'énergie hydrolienne, 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 1^{ère} 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 pendant 6 ans sur les fonds FEDER pour un montant annuel d'environ 2,35 M€. Le site est inauguré le 25 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, le projet Vertiwind et Twinfloat de Nenuphar et 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.

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).

Enfin, la société EOLFI Technologies (ex ASAH LM) développe une éolienne à axe vertical à pales orientables et de grande taille, nommée SPINFLOAT. Elle est associée à plusieurs entreprises européennes. Son ambition est de disposer d'un démonstrateur en mer de 5 MW pour 2019. EOLFI développe également le projet STATIONIS qui a pour objectif d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant de prédéterminer l'architecture optimale de l'ancrage et de l'architecture électrique interne jusqu'au poste de livraison. Financé par le FUI, le projet s'élève à 1,9 M€ sur 2 ans.

Fermes pilotes : 4 mises en service prévues pour 2021

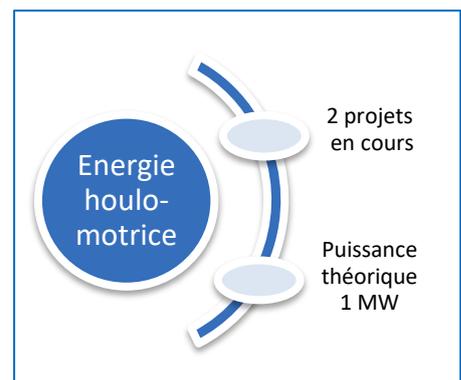
Le premier projet de ferme pilote en France est le projet VertiMed. Porté par EDF-EN, ce projet comprend 13 éoliennes Nenuphar de 2 MW. Suite au refus de la société ADWEN (ex-AREVA) d'investir dans la société Nenuphar pour le développement industriel, ce projet, dans sa forme initiale, est abandonné. La société Nenuphar est placée sous liquidation judiciaire par le tribunal de Lille métropole en avril 2018.

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 de 4 éoliennes d'Eolfi/CGN au large de Groix, projet EOLMED de 4 éoliennes de Quadran au large de Gruissan, projet Provence Grand Large de 3 éoliennes d'EDF-EN sur la zone Farman, et projets Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion de 4 éoliennes d'Engie Green. Ces projets ont pour objectif d'être mis en service en 2021.

Énergie houlomotrice : encore au stade de démonstration

L'énergie houlomotrice est bien moins avancée que l'hydrolien et l'éolien flottant. Les projets recensés pour cette filière de production ne dépassent pas le stade de démonstration. Deux projets notamment sont en cours :

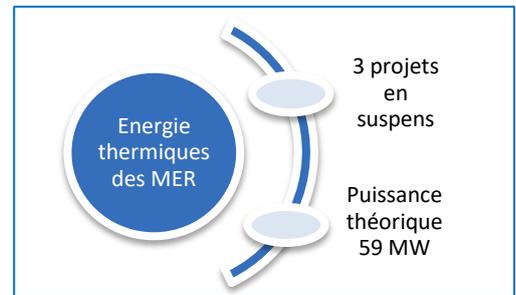
- La société Hydro Air Concept Energie (HACE) va lancer son prototype houlomoteur via un financement participatif. Sa machine, nommée Hace, est conçue pour récupérer tous les types de vagues. La technologie est testée à l'ENSAM et des premiers tests sont effectués en 2018.
- En partenariat avec l'IFP 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.



Production de chaleur : énergie thermique des Mers et SWAC.

Trois projets concernant la production de chaleur grâce aux énergies marines ont vu jour dans les DOM-TOM : deux à la Réunion et un à La Martinique.

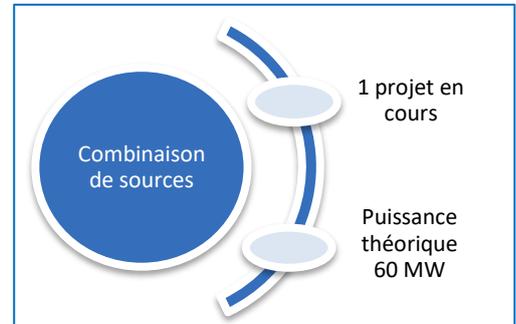
Pour l'instant, ces projets sont abandonnés ou mis en sommeil, les premières études ayant fait apparaître des coûts d'investissements ou d'exploitation trop élevés.



Production d'électricité via plusieurs sources : houle, solaire, courant et vent

Après avoir achevé le prototype PH4S, Geps Techno travaille sur une plateforme flottante, baptisée MLiner, de 50 à 60 MW combinant les énergies éoliennes, hydroliennes, houlomotrice et solaire, avec une dominante pour l'énergie des vagues (60 %).

Les quatre énergies peuvent alimenter le système en même temps, la production n'étant jamais nulle. Après de premiers essais en mer effectués en 2017, une mise à l'eau est prévue vers 2020.



Perspectives à l'horizon 2020-2030

Dans le scénario ADEME de mix électrique 100 % renouvelable à horizon 2050, le gisement d'énergies marines est repris des visions 2050, à savoir : 3 GW d'hydrolien, 10 GW d'houlomoteur et 240 MW de marémoteur (correspondant à l'installation de la Rance) à horizon 2030. Le gisement d'éolien flottant est estimé à 6 GW.

Le Groupement des Industries de Construction et Activités Navales (GICAN) évalue le potentiel EMR installé à plus de 18 000 MW d'ici 2030, répartis comme suit :

- 18 GW pour l'éolien en mer, y compris l'éolien en mer posé à horizon 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 à 15 GW le potentiel pour l'éolien en mer posé, à 6 GW pour l'éolien flottant et 3 GW pour l'hydrolien en 2030.

Objectifs 2018-2023 de la PPE

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) 2018-2023 prévoit un objectif global pour les énergies marines (dont l'éolien flottant) de 100 MW à l'horizon 2023 et l'attribution d'une fourchette de 200 MW à 2 000 MW de projets supplémentaires « en fonction du retour d'expérience des fermes pilotes et sous condition de prix ».

Points de vocabulaire

Selon le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 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 mer³⁵, 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 hydrolienne, qui exploite la force des courants pour produire de l'électricité ;
- L'énergie houlomotrice, qui produit de l'électricité à partir de l'énergie des vagues.

Pour les énergies thermiques :

- L'Énergie Thermique des Mers (ETM), qui exploite des différences de températures entre les eaux de surface et les eaux profondes ;
- La technologie SWAC (Sea Water Air Conditioning), qui produit du froid grâce à de l'eau puisée en grande profondeur.

³⁵ Seul l'éolien en mer flottant entre dans le périmètre de cette fiche. Un encart sur l'éolien offshore posé est proposé dans la fiche relative à l'éolien terrestre.

LISTE DES ACRONYMES

AAP	Appel A Projets
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AEBIOM	Association Européenne de la BIOMasse
AFFAC	Association Française pour les Pompes à Chaleur
AFPG	Association Française des Professionnels de la Géothermie
AIE	Agence Internationale de l'Energie
AIE	Agence d'Information sur l'Energie
AMI	Appel à Manifestation d'Intérêt
ANR	Agence Nationale de la Recherche
BBC	Bâtiment Basse Consommation
BCIAT	Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire
BIPS	Bilans, Perspectives, Stratégies
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CA	Chiffre d'Affaires
CE	Commission Européenne
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
CESC	Chauffe-Eau Solaire Collectif
CESI	Chauffe-Eau Solaire Individuel
CET	Chauffe-Eau Thermodynamique
CIAT	Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques
CIDD	Crédit d'Impôt Développement Durable
CIH	Centre d'Ingénierie Hydraulique
CITE	Crédit d'Impôt Transition ÉNergétique
CMN	Constructions Mécaniques de Normandie
CN	Comptabilité Nationale
CNIM	Construction Industrielle de la Méditerranée
CNR	Compagnie Nationale du Rhône
CO	Monoxyde de carbone
COP	Coefficient de Performance
CRE	Commission Régulation de l'Energie
CSPE	Contribution au Service Public de l'Électricité
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DGEMP	Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières
DII	Diester Industrie International
DMA	Déchets Ménagers et Assimilés
DOM	Département Outre-mer
DRV	Débit de Réfrigérant Variable
EACEI	Enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie
EAP	Enquête Annuelle de Production
EDF	Électricité De France
EGS	Enhanced Geothermal System
EMAA	Energie Méthanisation Autonome Azote
EMHA	Ester Méthylique d'Huile Animale
EMHU	Ester Méthylique d'Huile Usagée
EMR	Energies Marines Renouvelables
EnR	Energie Renouvelable
ENSAM	École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers
ESANE	Élaboration Annuelle des Statistiques d'Entreprise
ETBE	Éther Éthyle Tertibutyle (<i>Ethyl Tert-Butyl Ether</i> an anglais)
ETM	Energie Thermique des Mers
ETP	Équivalent Temps Plein
FC	Fonds Chaleur
FEDER	Fonds Européen de Développement REgional
FEE	France Energie Éolienne
FEM	France Energies Marines
FUI	Fonds Unique Interministériel
GDF	Gaz De France
GES	Gaz à Effet de Serre
GICAN	Groupement des Industries de Construction et Activités Navales
GNV	Gaz Naturel Véhicule
GRDF	Gaz Réseau Distribution France
HACE	Hydro Air Concept Energie
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil
IA	Investissement d'Avenir
IEA	International Energy Agency
IFP	Institut Français des Pétroles
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer



IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
ITE	Institut pour la Transition Énergétique
ITOM	Installations de Traitement des Ordures Ménagères
ITRPV	International Technology Roadmap for Photovoltaic
JRC	Joint Research Center
JV	Joint Venture
LTECV	Loi de transition énergétique pour la croissance verte
M&E	Marchés et Emplois
MAAP	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche
MDE	Maîtrise de l'Energie
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Energie
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
NAF	Nomenclature d'Activités Françaises
OA	Obligation d'Achat
Observ'ER	Observatoire des Energies Renouvelables
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
ORC	Organic Rankine Cycle
PAC	Pompe A Chaleur
PANenR	Plan d'Action National en faveur des Energies Renouvelables
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PIA	Plan d'Investissements d'Avenir
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PPI	Programmation Pluriannuelle des Investissements
PTZ	Prêt à Taux Zéro
PV	PhotoVoltaïque
PwC	PricewaterhouseCoopers
R&D	Recherche et Développement
REI	Réseau Électrique Intelligent
RGE	Reconnu Garant de l'Environnement
RT	Réglementation Thermique
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
SAIPOOL	Société Agro Industrielle de Patrimoine OLéagineux
SDES	Service de la Donnée et des Statistiques (anciennement Service de l'Observation et des Statistiques SOeS)
SEENEOH	Site Expérimental Estuarien National pour l'Essai et l'Optimisation d'Hydroliennes
SEI	Système Électrique Intelligent
SEM REV	Site d'Expérimentation en Mer pour la Récupération de l'Energie des Vagues
SER	Syndicat des Energies Renouvelables
SHEM	Société Hydro-Électrique du Midi
SILA	Syndicat mixte de Lac d'Annecy
SINOE	Système d'INformation et d'Observation de l'Environnement
SNCU	Syndicat National de Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine
SNPGB	Syndicat National des Producteurs de Granulés de Bois
SoCol	Solaire Collectif
SOeS	Syndicat de l'Observation et des Statistiques (récemment Service de la Donnée et des Statistiques ; SDES)
SP	Sans Plomb
SSC	Système Solaire Combiné
STEP	Station de Transfert d'Energie par Pompage
STEP	Station d'EPuration
SWAC	Sea-Water Air Conditioning
TEP	Tonnes Équivalents Pétrole
TGAP	Taxe Générale sur les Activités Polluantes
TIC	Technologie de l'Informatique et de la Communication
TMB	Traitement Mécano-Biologique
TOM	Territoire Outre-mer
TP	Travaux Publics
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
UE	Union Européenne
UFE	Union Française de l'Électricité
UIOM	Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères
UVE	Unités de Valorisation Énergétique
ZDE	Zones de Développement Éolien

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

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 œuvre 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 LIÉS À L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE DOMAINE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

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 (EnR). 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 énergies renouvelables. Il concerne 15 filières : les filières de production d'électricité (éolien, hydroélectricité, photovoltaïque), les filières de chaleur – Secteur domestique (bois domestique, pompes à chaleur domestiques et chauffe-eau thermodynamiques, solaire thermique), les filières de chaleur – Secteur collectif (bois collectif, réseaux de chaleur, géothermie, valorisation énergétique des déchets ménagers et assimilés par incinération, les biocarburants (biodiesel, biocarburants de la filière essence), le biogaz, les réseaux électriques intelligents, ainsi que les 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 énergies renouvelables. Chaque filière est décomposée en cinq grands segments : la fabrication des équipements (y compris ceux destinés à l'exportation), la distribution des équipements, la construction des infrastructures et l'installation des équipements, le montage des projets et les études préalables, ainsi que la vente domestique d'énergie et l'exploitation-maintenance des équipements et des installations.