

# Panorama des énergies renouvelables en région **Grand Est**

**CONNAISSANCE**  
Repères et données **Énergies renouvelables**

Bilan année 2015 - Édition 2016



Avec la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, la France s'est fixée de nouveaux objectifs ambitieux. En effet les énergies renouvelables (EnR) devront représenter en 2030 :

- 32 % de la consommation finale d'énergie ;
- 40 % de la production d'électricité ;
- 38 % de la consommation finale de chaleur ;
- 10 % de la consommation de gaz ;
- 15 % de la consommation finale de carburant.

Pour répondre aux dispositions de cette loi et dans l'attente de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), l'arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables modifie les programmations pluriannuelles des investissements (PPI) de production d'électricité et de chaleur en fixant de nouveaux objectifs ambitieux, à horizons du 31 décembre 2018 et du 31 décembre 2023. Ces nouveaux objectifs visent à produire d'ici 2023 plus de 76 700 MW d'électricité renouvelable et plus de 19 000 ktep de chaleur renouvelable.

En matière de consommation, au niveau national, la part des énergies renouvelables représentait, en 2014, 14 % de la consommation d'énergie en France. Pour la région Grand Est, en 2015, elle représentait 21 % de la consommation d'énergie, montrant le dynamisme de la région en matière de développement des EnR.

En matière de production, la région Grand Est a produit, en 2015, 13 423 GWh d'électricité renouvelable, soit 14 % de la production d'électricité renouvelable française. Elle accueille, au 31 décembre 2015, le troisième parc d'installations de production d'électricité renouvelable le plus important de France essentiellement grâce à l'éolien et l'hydroélectricité. Même si la production d'électricité hydraulique est en baisse en raison des conditions climatiques, le dynamisme régional en termes de développement éolien compense cette évolution et permet à la région Grand Est d'atteindre ce classement (3<sup>e</sup> parc renouvelable électrique en France). En effet, avec 2 580 MW installés au 31 décembre 2015, la région Grand Est devient la première région de France en termes de puissance éolienne raccordée, la production éolienne régionale représentant 25 % de la production éolienne française.

J'ai le plaisir de vous présenter ce premier Panorama des énergies renouvelables de la région Grand Est.

Emmanuelle GAY

**21 % d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie**

**31 % des besoins en électricité couverts par les énergies renouvelables**

**41 000 GWh** produit en 2015 à partir d'énergies renouvelables

**Le Bois-Energie** représente la **première source d'énergie renouvelable** de la région

**1<sup>ère</sup> région de France en éolien**  
les 2580 MW installés représentent 25 % du parc Français

**L'hydraulique 1<sup>ère</sup> source d'énergie électrique renouvelable** de la région

**29 900 installations photovoltaïques** en fonctionnement produisant environ 1,2 % de l'électricité renouvelable

**89 installations** produisant du **biogaz** en fonctionnement

La surface du parc solaire thermique est de **245 000 m<sup>2</sup>**

**11 installations d'incinération des déchets** permettent de valoriser 453 GWh d'énergie renouvelable

**880 000 tonnes de biocarburants** produites par les 5 sites industriels de la région

Environ **200 000 pompes à chaleur aérothermiques installées**

**La géothermie profonde** en développement dans la région avec notamment la présence d'une des deux centrales géothermiques françaises

## Sommaire

Édito de la directrice .....	2
Repères en région Grand Est .....	3
Sommaire .....	4
Les énergies renouvelables.....	5
Objectifs européens et nationaux.....	6
Situation 2015 et objectifs régionaux 2020.....	8
Les énergies renouvelables en région Grand Est.....	10
Éolien .....	13
Hydraulique renouvelable .....	16
Solaire photovoltaïque.....	18
Biogaz .....	20
Valorisation des déchets .....	23
Bois - Énergie .....	24
Géothermie .....	25
Aérothermie.....	27
Solaire thermique .....	28
Agrocarburants .....	29
Le bouquet énergétique en France métropolitaine et en région Grand Est .....	30
Définitions, sigles et liens utiles .....	32



Les énergies renouvelables sont des énergies primaires, c'est-à-dire utilisables directement sans transformation, inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation. Le bilan carbone des énergies renouvelables est par conséquent très faible et elles sont, contrairement aux énergies fossiles, un atout pour la transition énergétique et la lutte contre le changement climatique.

## Les principales énergies renouvelables sont :

- l'énergie hydroélectrique ;
- l'énergie éolienne ;
- l'énergie de biomasse ;
- l'énergie solaire ;
- la géothermie.

L'hydroélectricité produite par pompage et l'énergie issue de la part non biodégradable des déchets urbains incinérés ne sont pas considérées comme de l'énergie renouvelable.

Les énergies renouvelables permettent de réduire nos émissions de gaz à effet de serre et notre dépendance aux énergies fossiles.

On distingue quatre types de valorisation des énergies renouvelables : **la production d'électricité, la production de chaleur ou de froid, la production de carburant pour les transports (biocarburants notamment) et l'injection de biogaz dans le réseau.**

## Les sources

Les éléments de ce panorama sont issus du suivi interne des installations de production d'EnR de la DREAL et de l'ADEME, des publications du service de l'observation et des statistiques du MEEM et des données transmises par RTE (pour la partie électrique).

Les graphiques présentés ci-après dans le panorama sont ainsi le résultat d'un travail de concaténation et de comparaison de l'ensemble de ces données, réalisé par la DREAL Grand Est.

# Objectifs européens et nationaux

L'Union européenne s'était fixée l'objectif de satisfaire 20 % de sa consommation finale brute d'énergie par les énergies renouvelables à l'horizon 2020 ; cette ambition s'était traduite par une cible de 23 % pour la France.

Ces objectifs ont été confortés récemment par de nouvelles cibles à l'horizon 2030. D'une part, l'Union européenne a décidé, dans son nouveau Paquet Énergie-Climat 2030, d'atteindre à cette date 27 % d'énergies renouvelables dans son bouquet énergétique. D'autre part, la France a inscrit, dans la loi du 17 août 2015, relative à la transition énergétique pour la croissance verte, l'objectif de porter la part des énergies renouvelables dans sa consommation brute d'énergie à 32 % en 2030.

Par ailleurs, dans l'attente de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), l'arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables modifie les programmations pluriannuelles des investissements de production d'électricité et de chaleur en fixant de nouveaux objectifs, à horizon du 31 décembre 2018 et du 31 décembre 2023 de :

— développement de la production électrique à partir d'EnR en France :

(MW)	Puissance totale installée en 2014	Objectif de puissance totale installée fin 2018	Objectif de puissance totale installée fin 2023	
			Scénario bas	Scénario haut
Éolien terrestre	9 300	15 000	21 800	26 000
Solaire photovoltaïque	5 300	10 200	18 200	20 200
Hydroélectricité	25 300	25 300	25 800	26 050
Bois-énergie	297	540	790	1 040
Méthanisation	85	137	237	300
Géothermie électrique	/	8	53	
Déchets, biogaz de décharge et de STEP	1 200	1 350	1 500	

— développement de la chaleur et du froid renouvelables et de récupération en France :

(ktep)	Puissance totale installée en 2014	Objectif de puissance totale installée fin 2018	Objectif de puissance totale installée fin 2023	
			Scénario bas	Scénario haut
Biomasse	10 700	12 000	13 000	14 000
Pompes à chaleur	1 600	2 200	2 800	3 200
Solaire thermique	150	180	270	400
Biogaz	100	300	700	900
Géothermie	100	200	400	550

— développement du biométhane injecté :

Objectifs fin 2018	Objectif fin 2023
1,7 TWh	8 TWh

— développement des carburants d'origine renouvelable dont le bioGNV :

- soutenir le biogaz naturel véhicule (bioGNV) pour atteindre 0,7 TWh consommé en 2018 et 2 TWh en 2023, dans la perspective que le bioGNV représente 20 % des consommations de GNV en 2023 ;
- incorporer des biocarburants avancés dans les carburants :

(ktep)	Objectifs fin 2018	Objectif fin 2023
Filière essence	1,6 %	3,4 %
Filière gazole	1 %	2,3 %



## REPÈRES

*Production totale d'énergie renouvelable en 2015*

**41 000 GWh**

*Consommation finale d'énergie en 2013*

**192 300 GWh**

*Part de la production d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie*

**21 %**

*Objectif 2020 : 24 %*

*Part de la production d'énergie électrique renouvelable sur la consommation finale d'électricité*

**31 %**

*Part de réalisation des objectifs 2020 de production d'EnR*

**89 %**

L'État et les Conseils régionaux ont conjointement élaboré des Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) afin notamment d'accompagner le développement des énergies renouvelables sur le territoire de chaque région. Il s'est agi de décliner les engagements nationaux et internationaux de la France à l'horizon 2020, en tenant compte des spécificités et enjeux locaux.

Les orientations proposées dans le cadre du SRCAE visent à l'horizon 2020 à :

### Alsace

- Porter la part des énergies renouvelables à 26,5 % de la consommation d'énergie finale à l'horizon 2020
- Réduire de 20 % la consommation énergétique finale entre 2003 et 2020
- Réduire de 75 % les émissions de gaz à effet de serre entre 2003 et 2050.

### Champagne-Ardenne

- Porter la part des énergies renouvelables à 45 % de la consommation d'énergie finale à l'horizon 2020
- Réduire de 20 % les consommations énergétiques d'ici 2020
- Réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2020

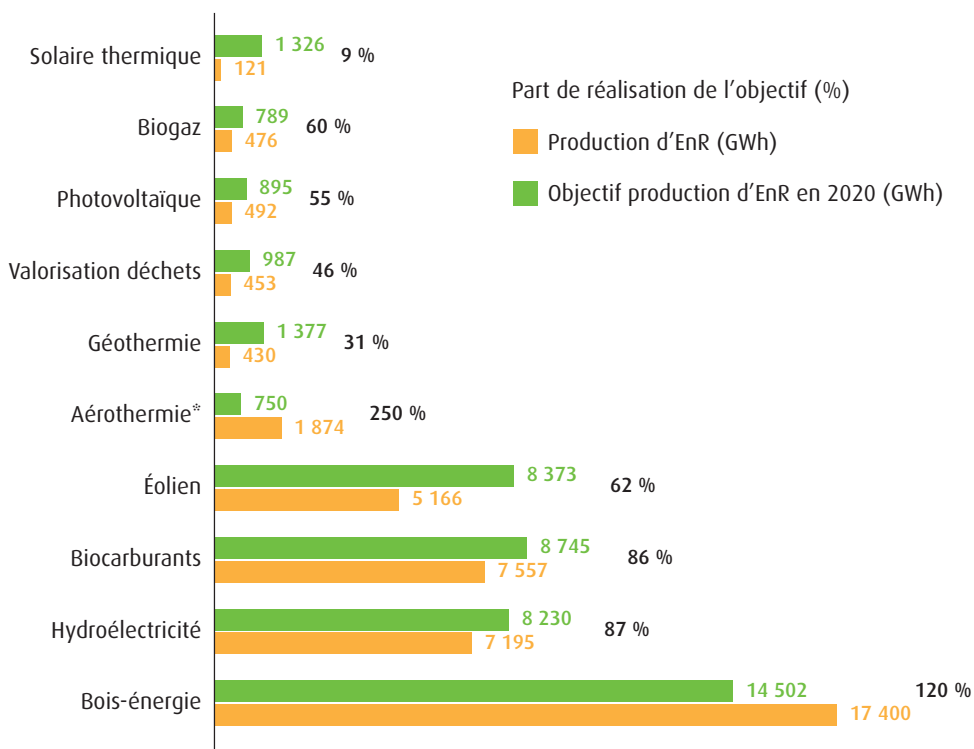
### Lorraine\*

- Porter à 14 % la part d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020
- Réduire de 13 % les consommations d'énergie finale par rapport au tendanciel 2020
- Diminuer de 23 % les émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990

\* Le SRCAE de Lorraine a été annulé par une décision de la cour administrative d'appel de Nancy le 14 janvier 2016.

À l'échelle de la région Grand Est, l'agrégation des objectifs des 3 SRCAE représente une part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale à l'horizon 2020 de 24 %. Pour chaque filière d'énergie renouvelable, les SRCAE fixent des objectifs de production. La figure suivante présente le bilan 2015 par rapport aux objectifs agglomérés de la région Grand Est.

## Comparatif entre la production d'énergie renouvelable et l'agrégation des 3 SRCAE



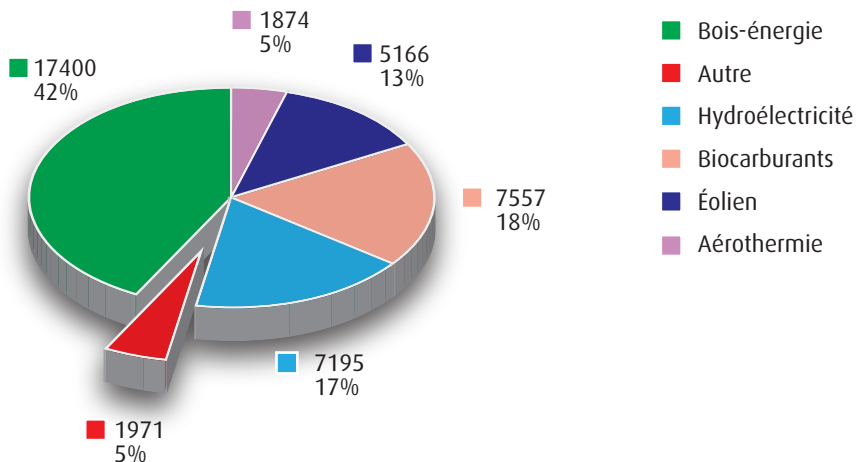
\* Le SRCAE d'Alsace ne propose pas d'objectif en termes de développement de l'aérothermie. Pour la Lorraine, cet objectif a été couplé à celui de la géothermie. En Champagne-Ardenne, il a été fixé à 750 GWh.

Source : DREAL, ADEME, RTE, SOeS

# Les énergies renouvelables en région Grand Est

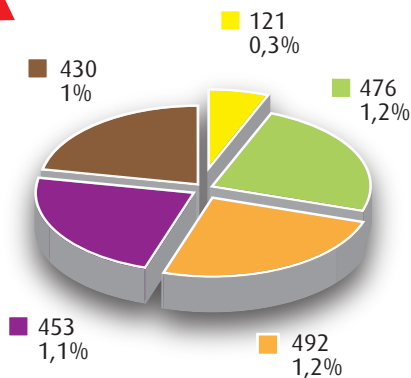
## Production d'énergies renouvelables en 2015 en région Grand Est (GWh)

En 2015, la production d'énergies renouvelables de la région s'élève à un peu plus de 41 000 GWh, soit 16% de la production française. Les principales filières sont le bois-énergie (42%), les biocarburants (18%), l'hydroélectricité (17%) et l'éolien (13%).



### Autres EnR

- Géothermie
- Valorisation déchets
- Photovoltaïque
- Biogaz
- Solaire thermique



Source : DREAL, ADEME, RTE, SOeS



## Production d'électricité renouvelable en 2015 en région Grand Est

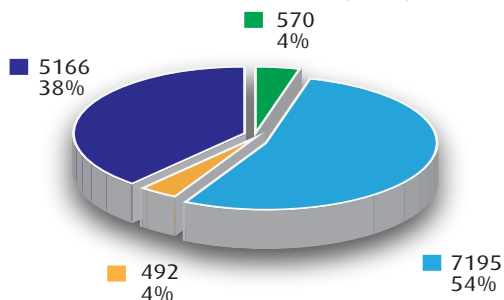
La production d'électricité renouvelable est issue majoritairement de l'hydroélectricité (54%) et de l'éolien (38%).

### Production d'électricité renouvelable en 2015 (GWh)

- Éolien
- Photovoltaïque
- Hydroélectricité
- Bioénergie\*

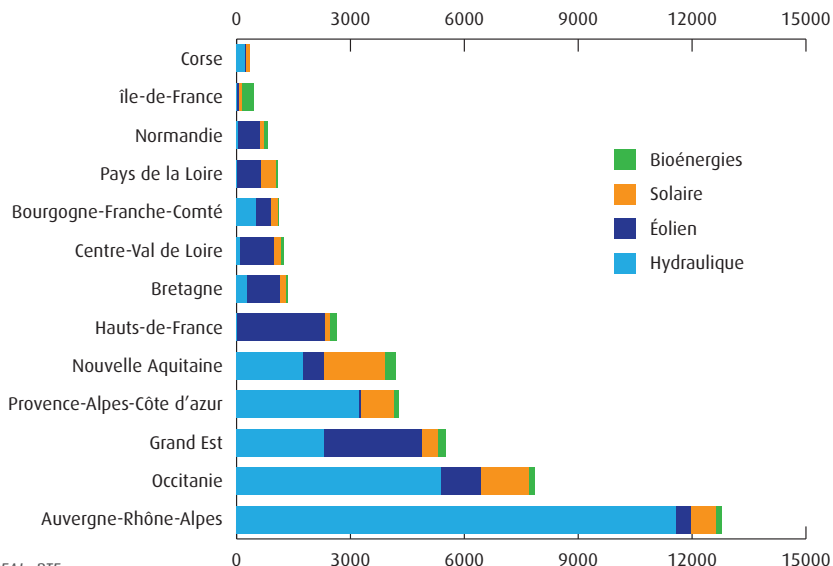
\* La filière bioénergie correspond au bois énergie (1,9%), au biogaz (1,6%) et à la valorisation des déchets (0,8%).

Source : RTE



Avec presque 5 500 MW, la région Grand Est accueille, au 31 décembre 2015, le troisième parc d'installations de production d'électricité renouvelable le plus important de France, essentiellement grâce à l'éolien et l'hydroélectricité. De plus, il est à noter que la région Grand Est enregistre, depuis 2000, le dynamisme le plus important en termes de croissance de la puissance électrique installée.

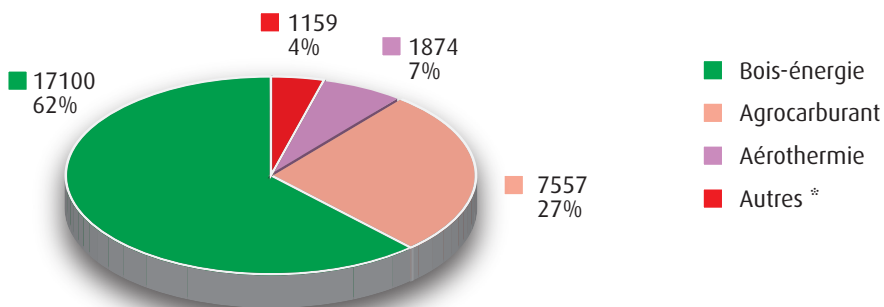
### Répartition régionale du parc des installations de production d'électricité renouvelable, par filière, au 31 décembre 2015 (MW)



Source : DREAL, RTE

## Production de chaleur renouvelable et d'agrocarburants en 2015 en région Grand Est

### Production de chaleur et de carburants renouvelables en 2015 (GWh)



\* Les autres EnR chaleur correspondent à la géothermie (1,6%), au biogaz (0,9%), à la valorisation de déchets (1,3%) et au solaire thermique (0,4%).

Source : DREAL, ADEME, SOeS





## REPÈRES



### 1<sup>ère</sup> région de France

Puissance installée fin 2015

**2 580 MW**

Production totale en 2015

**5 166 GWh**

Part de la production d'énergie renouvelable

**12,5 %**

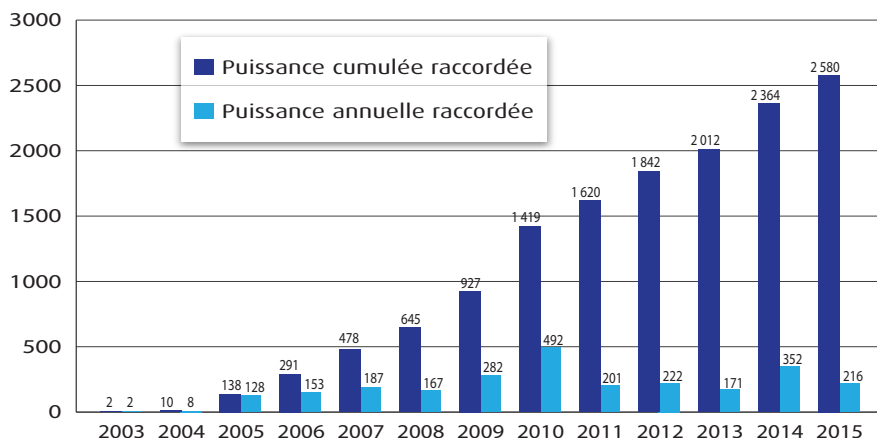
Temps de fonctionnement annuel estimé

**2 090 heures**

L'énergie éolienne est une source d'énergie qui dépend du vent. La force du vent sur les pales des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, fait tourner une turbine qui actionne un générateur d'électricité et permet ainsi de fabriquer de l'électricité.

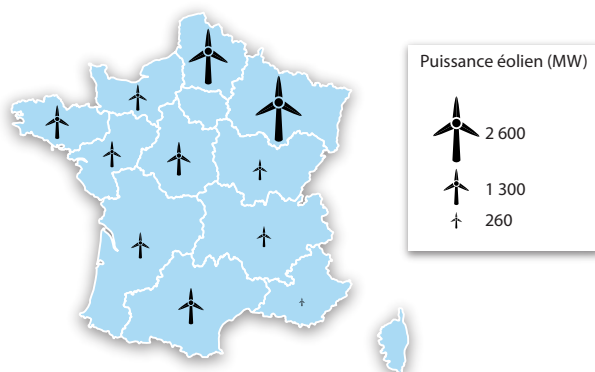
La région Grand Est est la première région de France en termes de puissance éolienne installée sur son territoire. Le parc éolien est constitué fin 2015 de 270 installations d'une puissance totale de 2 580 MW soit 25 % de la puissance installée en métropole. La production en 2015 par le parc éolien de la région est de 5 166 GWh soit 12,5 % de la production d'énergie renouvelable et 38 % de la production électrique renouvelable.

## Évolution de la puissance éolienne raccordée depuis 2003 en MW en région Grand Est



Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE

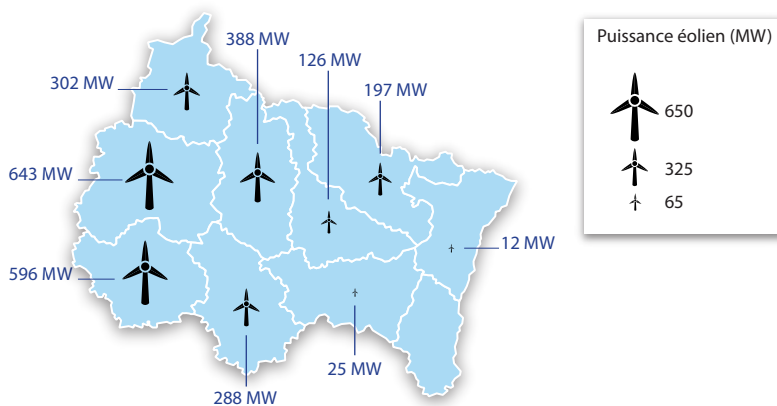
## Puissance éolienne raccordée par région au 31 décembre 2015



Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE.

La région Grand Est est la première région de France en termes de puissance et de nombre de mats éoliens installés, devant la région Hauts-de-France. Ces deux régions comptent 48 % du parc métropolitain installé.

## Puissance éolienne raccordée par département au 31 décembre 2015



Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE.

Les cinq départements à l'ouest de la région présentent la plus forte dynamique pour le développement de l'éolien avec 86 % de la puissance installée en région.

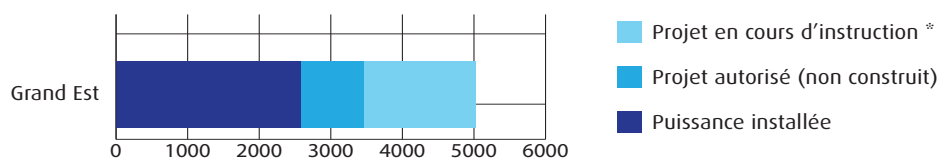
Département	Nombre d'installations* raccordées au réseau en 2015
Ardennes	3
Aube	5
Haute-Marne	1
Marne	11
Meurthe-et-Moselle	1

\* : Une installation correspond à une ou plusieurs éoliennes.

21 installations ont été raccordées au cours de l'année 2015, dont la quasi-totalité sont situées à l'ouest de la région.

## Perspectives d'évolution de la puissance éolienne

La filière éolienne enregistre un dynamisme important dans la région.



\* : Ne préjuge pas de l'autorisation ultérieure du projet

Source : DREAL



## REPÈRES

### 1<sup>ère</sup> source d'énergie électrique renouvelable

Puissance installée fin 2015

**1 492 MW**  
hors STEP (800 MW)

Production totale en 2015

**7 195 GWh**  
hors STEP

Part de la production d'énergie renouvelable

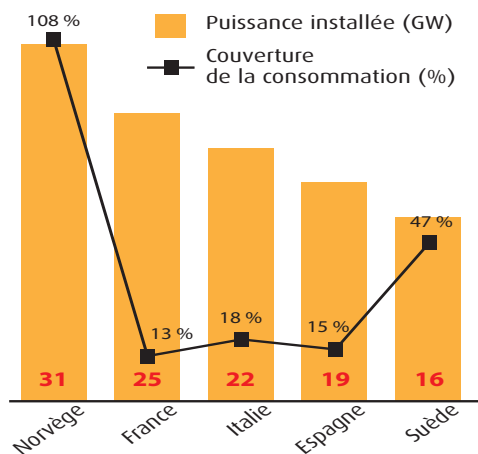
**17,5 %**

Temps de fonctionnement annuel estimé

**4 822 heures**

## Top 5 des puissances hydrauliques européennes en 2014

Source : SER d'après les chiffres d'ENTSO-E

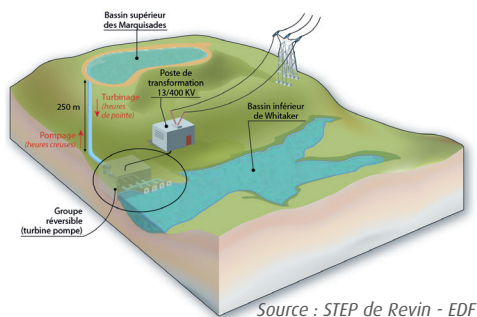


Le mouvement de l'eau, dans une chute d'eau ou dans le courant d'une rivière, est utilisé pour faire tourner une turbine qui actionne un générateur d'électricité.

En plus de 150 ans d'existence, la filière hydroélectrique a toujours occupé une place prépondérante dans le paysage énergétique français. Au début des années 1960, avant le développement du parc nucléaire, plus de la moitié de l'électricité française était d'origine hydraulique. Aujourd'hui encore, il s'agit de la deuxième source de production électrique du pays et la première source renouvelable. Fin 2015, l'ensemble des centrales représentait, en France métropolitaine, une puissance de 25,4 GW et une production renouvelable de 54 TWh, soit environ 12 % de la production électrique totale.

En région Grand Est, la puissance totale du parc hydraulique est de 2 292 MW dont 800 MW pour la station de transfert d'énergie par pompage (STEP) de Revin (qui n'est pas considérée comme une source d'énergie renouvelable). La production d'hydroélectricité renouvelable est de 7 195 GWh en 2015. Elle représente 17,5 % de la production d'énergie renouvelable en région.



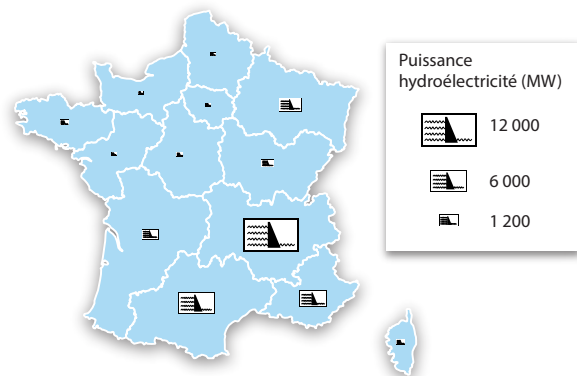


La région possède, à Revin dans les Ardennes, une des plus importantes STEP (station de transfert d'énergie par pompage) de France d'une puissance de 800 MW.

Les centrales dites « STEP » sont des installations hydroélectriques qui puisent, aux heures creuses, de l'eau dans un bassin inférieur afin de remplir un bassin supérieur. L'eau est ensuite turbinée aux heures pleines. Les STEP constituent un outil de stockage efficace contribuant à l'équilibre du système électrique.

## Puissance d'hydroélectricité raccordée par région au 31 décembre 2015

Source : Enedis

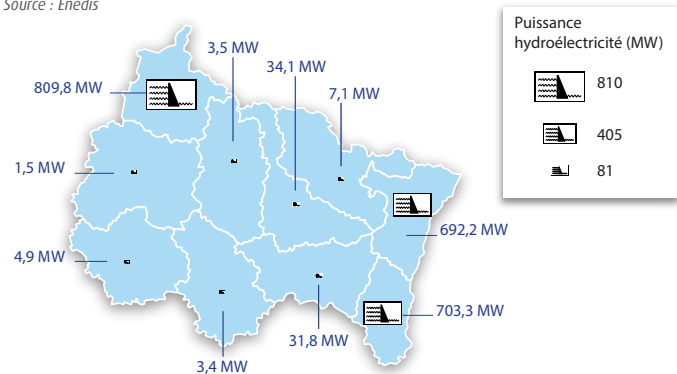


La région Grand Est accueille le quatrième parc hydraulique le plus important de France métropolitaine.

Les puissances indiquées sur cette carte prennent en compte les STEP.

## Puissance d'hydroélectricité par département au 31 décembre 2015

Source : Enedis



Déterminée par l'hydrographie et le relief, l'hydroélectricité est très localisée sur le territoire. Les départements du Haut-Rhin et du Bas-Rhin concentrent un peu plus de 60% du parc hydraulique de la région. La puissance indiquée pour le département des Ardennes sur cette carte prend en compte les 800 MW de la STEP de Revin.



© Laurent Mignaux - Terra



## REPÈRES

Puissance installée fin 2015  
**436 MW**

Production totale en 2015  
**492 GWh**

Part de la production d'énergie renouvelable  
**1,2 %**

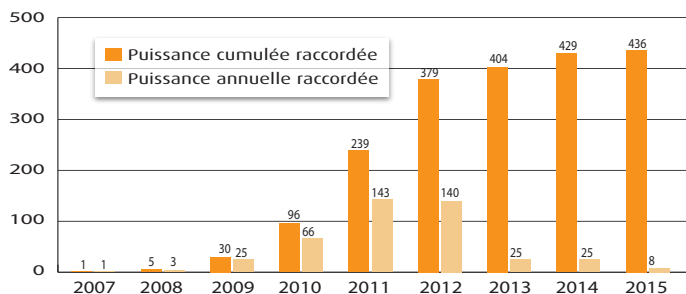
Nombre d'installations fin 2015  
**29 864**

Temps de fonctionnement annuel estimé  
**1 138 heures**

L'énergie solaire est utilisée essentiellement pour deux usages : la production d'électricité (on parle alors d'énergie solaire photovoltaïque) ou la production de chaleur (on parle alors d'énergie solaire thermique). L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol. L'électricité produite peut être utilisée sur place ou réinjectée dans le réseau de distribution électrique.

Le parc photovoltaïque en région représente 29 864 installations fin 2015 pour une puissance installée de 436 MW soit environ 7% de la puissance du parc français. En 2015, la production de la région est estimée à 492 GWh soit 3,7% de la production d'énergie renouvelable électrique de la région.

## Évolution de la puissance photovoltaïque raccordée depuis 2007 en MW en région Grand Est

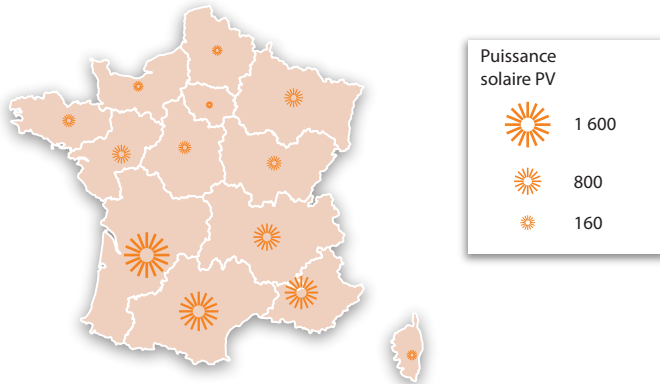


Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD

Le changement de réglementation tarifaire et notamment le passage à des appels d'offres nationaux a fortement freiné la dynamique de développement régional de cette énergie renouvelable à partir de 2013.

## Puissance photovoltaïque raccordée par région au 31 décembre 2015

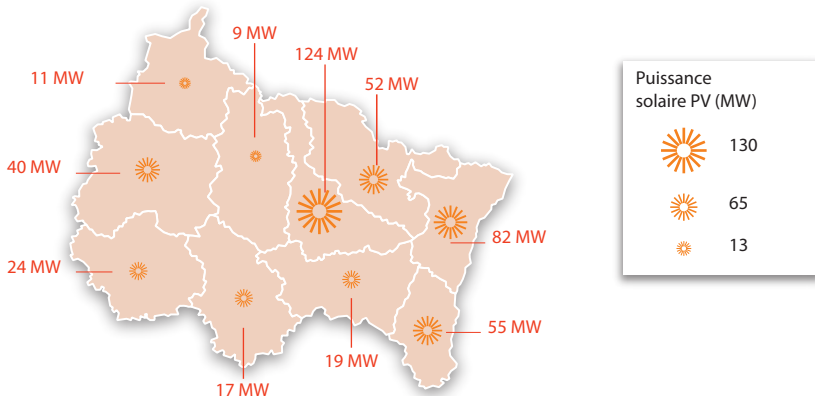
Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE



Avec environ 7 % de la production nationale, la région Grand Est se place au cinquième rang national pour la filière photovoltaïque.

## Puissance photovoltaïque raccordée par département au 31 décembre 2015

Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE



Les départements situés sur la moitié Est de la région concentrent presque 80 % du parc solaire photovoltaïque.



## REPÈRES

*Production totale en 2015  
(sites raccordés sur les réseaux électriques ou gaz)*

**476 GWh dont**  
**46 GWh par injection**  
**216 GWh électrique**  
**214 GWh chaleur**

*Puissance raccordée au réseau électrique  
Débit d'injection raccordé*

**37 MW – 500 Nm<sup>3</sup>/h**

*Part de la production d'énergie renouvelable*

**1,2 %**

*Nombre d'installations en fonctionnement*

**89**

*Temps de fonctionnement annuel estimé*

**jusqu'à 8 300 heures\***  
\* pour la méthanisation

La filière biogaz est composée de plusieurs sous-filières qui comportent d'importantes disparités. Il peut être dénombré a minima quatre sous-filières, segmentées selon l'origine des déchets :

- agricole, avec des installations de petite taille, dites « à la ferme », et des installations de tailles plus importantes, dites « centralisées » ;
- industrielle ;
- de station d'épuration (STEP) ;
- d'installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Pour la filière ISDND, le biogaz est produit naturellement puis capté, alors que pour les autres filières les déchets sont placés dans un méthaniseur afin d'accélérer le processus : on parle alors de « méthanisation ».

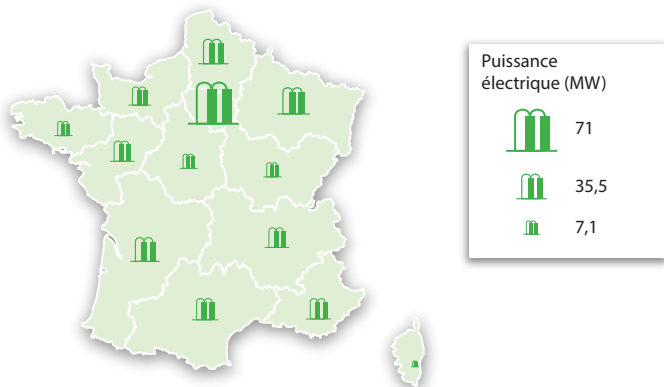
Fin 2015, 89 installations de production de « biogaz » sont en fonctionnement dans la région :

- une majorité (74 %) produit de l'énergie par cogénération (chaleur et électricité) ;
- 19 installations (21 %) sont sur des sites industriels et servent à produire de l'énergie pour les besoins internes de l'entreprise.
- la production des installations raccordées au réseau électrique ou gaz est estimée en 2015 à 476 GWh.

La France compte 421 installations pour 365 MW de puissance électrique :

## Puissance électrique biogaz raccordée par région au 31 décembre 2015

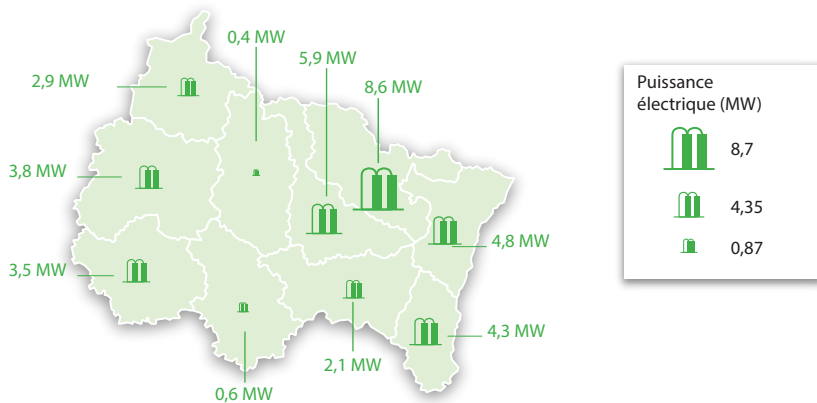
Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE



La technologie d'injection pratiquement inexistante jusqu'en 2015 se développe en région avec la mise en route de trois installations. La filière a produit fin 2015 environ 46 GWh. Deux projets d'injection sont en cours de construction et plus de 10 projets sont en cours d'étude.

## Puissance électrique biogaz raccordée par département au 31 décembre 2015

Source : SOeS, d'après raccordements ERDF, RTE, EDF-SEI, principales ELD et CRE

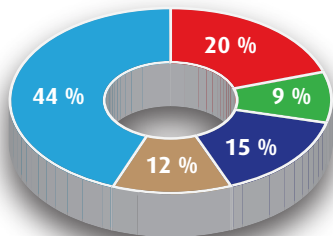


Le développement de la filière se fait de manière assez équilibrée sur le territoire de la grande région. Toutefois, il est à noter que les départements de la Haute-Marne et de la Meuse présentent un léger retard vis-à-vis des autres départements et notamment vis-à-vis de celui de la Moselle qui accueille la puissance installée raccordée au réseau électrique la plus importante de la région.

## Typologie des installations

### Répartition du nombre d'installations par type intrant

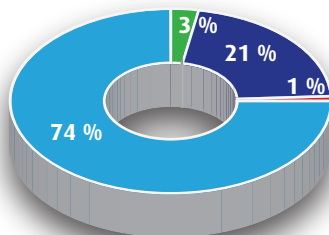
Source : DREAL, ADEME



- Agricole (méthanisation) : 39
- Mixte agriculture et prestataire (méthanisation) : 11
- STEP industrielle : 13
- STEP : 8
- ISDND : 18

### Répartition du nombre d'installations par type de production d'énergie

Source : DREAL, ADEME



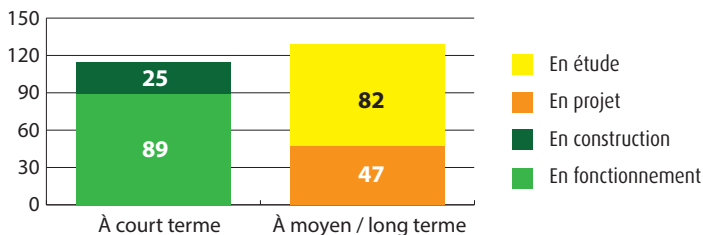
- Cogénération : 66
- Mixte (cogénération et carburant) : 1
- Utilisation interne : 19
- Injection : 3

Presque la moitié des installations de biogaz en région sont des méthaniseurs agricoles. La majorité des installations de biogaz produisent de la chaleur et de l'électricité.

## Perspectives d'évolution de la filière

La filière biogaz est une filière dynamique, beaucoup de projets sont en construction ou en projet principalement avec des intrants agricoles. Les installations en construction représentent une puissance raccordée sur le réseau électrique d'environ 7 MW et un débit de biométhane raccordé sur le réseau gaz d'environ 375 Nm<sup>3</sup>/h.

### Perspective d'évolution en nombre d'installations



Source : DREAL, ADEME





©Syalom- f.canon@balloide-photo.com

## REPÈRES

Production totale en 2015

**453 GWh**

Part de la production d'énergie renouvelable

**1,1 %**

Répartition de la production

**23 % électrique / 77 % chaleur**

Les déchets ménagers représentent en France plus de 25 millions de tonnes par an, dont 40 % sont traités par incinération.

Il s'agit d'une source d'énergie fatale qui en l'absence de récupération serait rejetée dans l'atmosphère. La vapeur produite par la chaleur de combustion des déchets dans les usines d'incinération d'ordures ménagères est récupérée soit pour alimenter les réseaux de chauffage urbain, soit pour fabriquer de l'électricité, soit les deux à la fois.

Une partie des déchets ménagers est envoyée en installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND), produisant ainsi du biogaz. Cette filière est traitée dans la partie précédente relative au biogaz.

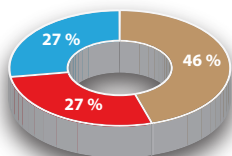
En région Grand Est, 11 installations produisent de l'énergie à partir d'incinération de déchets urbains. Environ 45 % de ces installations produisent de la chaleur et de l'électricité, 27 % uniquement de l'électricité et 27 % uniquement de la chaleur.

Seule la partie biodégradable des déchets urbains (ou déchets ménagers) incinérés dans les usines d'incinération d'ordures ménagères est considérée comme renouvelable. Du fait de la difficulté de distinguer les déchets biodégradables des autres déchets, les déchets comptabilisés comme source d'énergie renouvelable sont estimés par convention à 50 % de l'ensemble des déchets urbains incinérés.

En 2015, les déchets urbains renouvelables ont produit 453 GWh, dont 23 % en électricité et 77 % en chaleur.

### Nombre d'installations d'incinération de déchets urbains par type de production

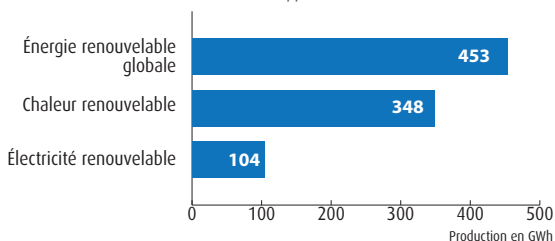
Source : DREAL



- Chaleur seule
- Électricité seule
- Chaleur et électricité par cogénération

### Production d'énergie à partir de déchets urbains renouvelables en 2015

Source : ADEME et rapports d'activité





© Daniel Coutelier - Terra

## REPÈRES

**1<sup>ère</sup> source d'énergie renouvelable de la région**

*Production estimée en 2015*  
**environ 17 400 GWh**

*Part de la production d'énergie renouvelable*  
**42,2 %**

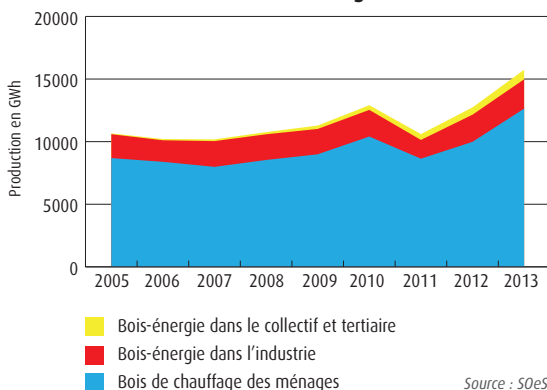
*Répartition de la production*  
**1,5 % électrique / 98,5 % chaleur**

*Part de la consommation de bois*  
**60 % particuliers**  
**26 % chaufferies des industries**  
**14 % chaufferies collectives**

La biomasse regroupe l'ensemble de la matière végétale susceptible d'être collectée à des fins de valorisation énergétique.

Elle est classée en plusieurs catégories selon son origine. Par exemple, la combustion du bois fournit de la chaleur capable de couvrir totalement ou partiellement les besoins en eau chaude ou en chauffage des ménages ou même les besoins énergétiques des industries de transformation du bois. Le bois énergie est aujourd'hui la 1<sup>ère</sup> énergie renouvelable en France et dans la région, devant l'énergie hydraulique.

**Évolution de la production d'énergie issue de la biomasse en région Grand Est**



Entre 2011 et 2013, on peut constater une hausse annuelle de l'ordre de 20 % de la production. C'est une augmentation très élevée par rapport aux années antérieures qui montre que la biomasse énergie est une filière dynamique. Pour 2014 et 2015, en regard de la réalisation de projets bois-énergie dans l'industrie, il a été estimé une augmentation annuelle d'au moins 5 %. Dans ces conditions, la production pour l'année 2015 avoisinerait 17 400 GWh.



## REPÈRES

Production estimée en 2015  
**430 GWh**  
(géothermie très basse énergie)

Part de la production d'énergie renouvelable  
**1,0 %**

La géothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol, dans lequel la température augmente avec la profondeur. C'est le gradient géothermal : en France métropolitaine, il est de 3 à 4°C par 100 m. Dans certains territoires comme en Alsace, ce gradient peut être plus important.

La chaleur terrestre peut être exploitée lorsque les formations géologiques qui constituent le sous-sol renferment des aquifères. L'eau souterraine, qui s'est réchauffée au contact des roches, peut alors être captée au moyen de forages. La chaleur emmagasinée des profondeurs est ainsi véhiculée vers la surface pour être exploitée.

En l'absence d'eau souterraine, l'extraction de la chaleur du sous-sol s'effectue par l'installation dans le sol ou dans le sous-sol de « capteurs » ou « échangeurs » dans lesquels va circuler, en circuit fermé, un fluide caloporteur. La chaleur captée est alors transférée vers le milieu à chauffer par le biais d'une pompe à chaleur : c'est le domaine de la géothermie superficielle, ou des pompes à chaleur géothermiques dites « à échangeurs enterrés ». C'est ce type de géothermie qui est privilégié pour les particuliers.

La géothermie permet, soit de produire de la chaleur et/ou du froid, soit de produire de l'électricité.

On distingue différents types de géothermie :

- la géothermie à haute température (plus de 150°C) : les gîtes sont essentiellement exploités pour produire de l'électricité ;
- la géothermie à basse température (moins de 150°C) : les gîtes peuvent être exploités pour produire de l'électricité (entre 90 et 150°C) et de la chaleur (moins de 90°C) ;
- la géothermie de minime importance à moins de 100 mètres de profondeur.

## La géothermie à haute température

La région Grand Est est à la pointe dans le développement de la géothermie profonde, industrie naissante qui consiste à forer à grande profondeur pour exploiter de l'eau à plus de 150°C. À la fin 2015 il existe, en France, 16 permis exclusifs de recherche, dont presque la moitié se situent en Alsace. En effet, de par la géologie particulière du fossé rhénan, l'Alsace est propice au développement de cette technique, avec un potentiel, en termes de production de chaleur estimé à 1 700 GWh/an.

Du fait de leurs contextes géologiques, la Champagne-Ardenne et la Lorraine présentent un potentiel faible pour la géothermie haute énergie.

## La géothermie très basse énergie assistée par pompes à chaleur

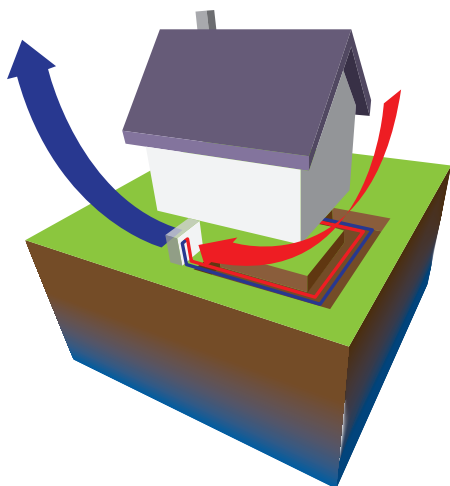
Les pompes à chaleur sont un élément indispensable pour la valorisation de la géothermie très basse énergie. Ce sont des systèmes thermodynamiques fonctionnant sur le même principe que les réfrigérateurs, le processus étant inversé pour produire de la chaleur. Ces systèmes fonctionnent généralement à l'électricité.

Une estimation de la production d'énergie renouvelable issue des pompes à chaleur géothermiques est réalisée à partir des données nationales de l'AFPAC, de l'AFPG et de l'Observ'ER et des données régionales des projets subventionnés par l'ADEME. La production 2015 est ainsi estimée à 430 GWh, sur un potentiel estimé pour la région Grand Est à environ 2000 GWh.

La région Grand Est dispose d'un potentiel hydrogéologique favorable à la géothermie très basse énergie avec utilisation de pompes à chaleur. L'ADEME et le BRGM ont réalisé des atlas des aquifères superficiels.

Ces atlas sont de véritables outils d'aide à la décision. Ils présentent l'inventaire du potentiel géothermique des nappes superficielles de la région.





## REPÈRES



Production estimée en 2015

**1 874 GWh**

Part de la production d'énergie renouvelable

**4,5 %**

Parc estimé en 2015

**Environ  
200 000 installations**

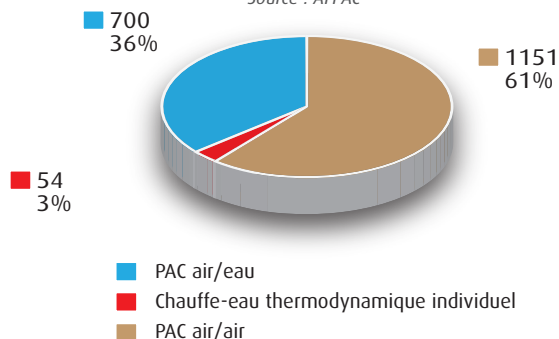
L'aérothermie ou « chaleur de l'air » permet de récupérer la chaleur contenue dans l'air extérieur et de la restituer pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire grâce à une installation électrique, les pompes à chaleur (PAC). La chaleur est prélevée dans l'air extérieur puis restituée dans de l'air ou de l'eau qui servent à chauffer l'habitat : pompes à chaleur air/air dans le premier cas, pompes à chaleur air/eau dans le second cas. Cette technique est surtout utilisée pour les particuliers.

Ces équipements permettent ainsi d'économiser les énergies fossiles tout en limitant nos rejets de gaz à effet de serre.

Une estimation de la production d'énergie renouvelable issue des pompes à chaleur aérothermiques individuelles est réalisée à partir des données nationales de l'AFPAC et de sa publication « Ambitions PAC 2030 ». La production 2015 pour la région Grand Est est ainsi estimée à 1 874 GWh.

## Répartition de la production d'énergie renouvelable en fonction du type de pompe à chaleur en région Grand Est (GWh)

Source : AFPAC





## REPÈRES

Production estimée en 2015

**120 GWh**

Part de la production d'énergie renouvelable

**0,3 %**

Surfaces de capteurs installés fin 2013

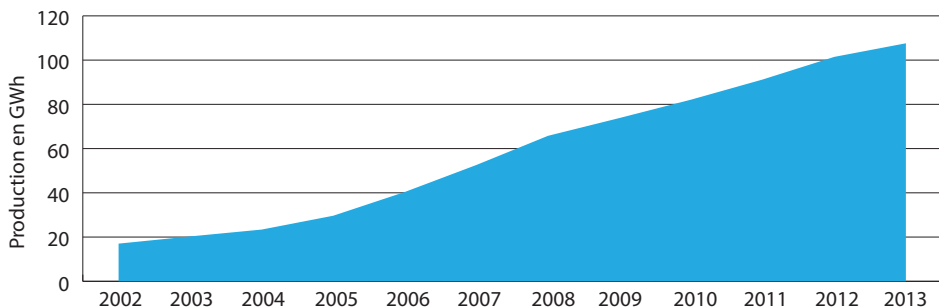
**245 000 m<sup>2</sup>**

L'énergie solaire thermique produit de la chaleur à partir des rayons du soleil. Elle peut être utilisée pour le chauffage domestique ou la production d'eau chaude sanitaire.

La technologie la plus commune et la plus éprouvée est celle d'un capteur plan associé à un ballon de stockage de l'eau chaude par circulation forcée avec échangeur ; cet équipement est, soit équipé d'un appoint intégré (résistance électrique ou échangeur hydraulique), soit installé en série avec un chauffe-eau classique. Ce système peut être couplé avec une chaudière qui assure le complément des besoins. Un équipement permet de couvrir environ 50 % à 60 % des besoins d'eau chaude sanitaire, en moyenne annuelle. Le taux de couverture des besoins thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire) par les systèmes solaires combinés se situe entre 15 et 50 %.

## Production énergétique du solaire thermique en région Grand Est

En 2013, la surface du parc solaire thermique en région Grand Est est de 245 000 m<sup>2</sup> soit environ 9 % de la surface totale en France entière. En 2015, la production énergétique du parc solaire thermique en région Grand Est est estimée à 121 GWh soit un peu plus de 6 % de la production totale en France.



Source : SOeS, d'après Observ'ER

Entre 2012 et 2013, on peut constater une hausse de l'ordre de 6 % de la production. En appliquant ce même ratio pour 2014 et 2015, il peut être évalué pour une production de 120 GWh pour l'année 2015.





© Laurent Mignaux - Terra

## REPÈRES



Production totale en 2015

**7 557 GWh**

**880 000 tonnes**

Part de la production d'énergie renouvelable

**18,4 %**

Les agrocarburants proviennent de plantes cultivées (tournesol, betterave, colza).

Les produits obtenus sont l'ETBE (Ethyl tertio butyl éther) et les EMHV (Esters méthyliques d'huiles végétales).

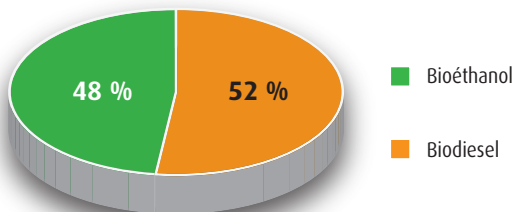
Les biocarburants sont utilisés en mélange dans les carburants traditionnels : l'ETBE est introduit dans les essences et les EMHV sont introduits dans le gazole et le fioul domestique.

Ils font l'objet d'une exonération fiscale qui compense le surcoût lié à leur production et à leur fabrication.

Cinq installations produisent du biocarburant (bioéthanol ou biodiesel) dans la région. La capacité maximale de production de ces installations est de 950 000 tonnes par an soit 8 221 GWh.

## Part de bioéthanol et de biodiesel dans les agro-carburants produits sur la région Grand Est

Source : DREAL sur la base des données des producteurs



# Le bouquet énergétique en France métropolitaine et en région Grand Est

L'énergie caractérise la capacité à fournir du travail, à donner du mouvement ou à élever la température. Elle est obtenue par la combustion de carburants ou de combustibles (pétrole, essence, gazole, fioul, gaz, charbon, bois, etc.), l'utilisation de l'électricité ou de forces naturelles comme le vent ou l'énergie solaire.

L'énergie peut donc se présenter sous plusieurs formes qui peuvent se transformer comme par exemple la production d'électricité à partir du gaz, de pétrole ou de charbon dans une centrale thermique ou le chauffage d'une maison à partir d'électricité ou de fioul domestique.

## Consommation d'énergie et production d'électricité en France

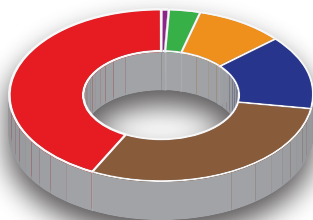
En France, le bouquet énergétique primaire est presque stable depuis le milieu des années 2000, avec environ 43 % d'électricité primaire (non renouvelable), 47 % d'énergies fossiles, et environ 10 % d'énergies renouvelables

### Consommation d'énergie primaire par type d'énergie en 2014

**Total : 256,5 Mtep**

Données corrigées des variations climatiques en %

Source : SOeS, d'après les sources par énergie

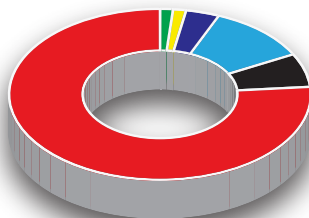


■ Nucléaire et hydraulique non renouvelable : 42,6
■ Produits pétroliers : 30,2
■ Gaz : 14
■ Énergies renouvelables* : 9,4
■ Charbon : 3,4
■ Déchets urbain non renouvelables : 0,4

\* Champ : métropole

### Production d'électricité française en 2015 et évolution par rapport à 2014 (%)

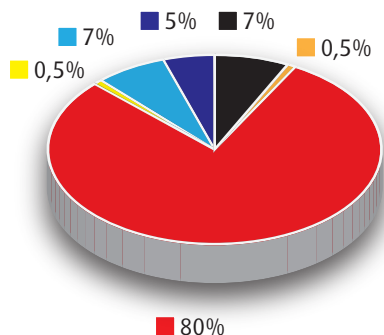
Source : RTE



■ Nucléaire : 416 797 GWh	Stable
■ Thermique fossile : 34 064 GWh	+ 32 %
■ Hydraulique : 58 727 GWh	- 14 %
■ Éolien : 21 069 GWh	+ 23 %
■ Solaire : 7 432 GWh	+ 25 %
■ Bioénergies : 7 875 GWh	+ 5 %

En 2015, malgré les forts taux de progression des productions éolienne, solaire et bioénergies, on observe une baisse de la production d'électricité renouvelable en France, due à une faible pluviométrie qui a entraîné une baisse de la production d'électricité hydraulique. Afin de compenser cette baisse de la production hydraulique, les centrales thermiques fossiles ont été sollicitées.

## Production d'électricité par filière en 2015 en région Grand Est



- Éolien : 5 166 GWh
- Hydraulique renouvelable : 7 195 GWh
- Thermique renouvelable : 570 GWh
- Nucléaire : 85 234 GWh
- Photovoltaïque : 492 GWh
- Thermique fossile et hydraulique non renouvelable : 7 767 GWh

Source : RTE

La production d'électricité de la région (106 424 GWh) représente environ 20 % de la production d'électricité française.

La part de la production d'énergie électrique renouvelable régionale (13 423 GWh) est d'environ 13 % de la production totale régionale. 80 % de la production d'électricité en région est d'origine nucléaire.

La consommation finale d'électricité en 2015 pour la région est de 42 100 GWh (42 155 GWh corrigée du facteur météorologique). Elle représente seulement 40 % de la production d'électricité de la région.

La production d'énergie électrique renouvelable peut couvrir 31 % de la consommation électrique régionale.

## Définitions

**Les énergies renouvelables (EnR) :** énergies dérivées de processus naturels en perpétuel renouvellement. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie générée par le soleil, le vent, la biomasse et la biomasse solide, la chaleur terrestre, l'eau des fleuves, des lacs, des mers et des océans, le biogaz et les biocarburants liquides. On distingue l'énergie renouvelable électrique de l'énergie renouvelable thermique. L'énergie renouvelable électrique comprend l'électricité hydraulique, éolienne, marémotrice, le solaire photovoltaïque et la géothermie à haute température. L'énergie renouvelable thermique comprend le bois de chauffage (ramassé ou commercialisé), la géothermie valorisée sous forme de chaleur, le solaire thermique actif, les résidus de bois et de récoltes incinérés, les biogaz, les biocarburants et les pompes à chaleur, les déchets urbains et industriels biodégradables (quelle que soit leur nature).

**La biomasse solide :** elle regroupe le bois-énergie, les déchets renouvelables incinérés et les résidus agricoles et agroalimentaires (également incinérés et incluant la bagasse, qui correspond au résidu ligneux de la canne à sucre). La biomasse au sens large comprend également le biogaz et les biocarburants.

**Le bois-énergie :** il comprend le bois bûche (commercialisé ou auto-consommé), ainsi que tous les coproduits du bois destinés à produire de l'énergie : liqueur noire, écorce, sciure, plaquettes forestières et plaquettes d'industrie, briquettes reconstituées et granulés, broyats de déchets industriels banals, bois en fin de vie, etc.

**Les déchets renouvelables :** seule la partie biodégradable des déchets urbains (ou déchets ménagers) incinérés dans les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) est considérée comme renouvelable. Du fait de la difficulté de distinguer les déchets biodégradables des autres déchets, les déchets comptabilisés comme source d'énergie renouvelable sont estimés par convention à 50 % de l'ensemble des déchets urbains incinérés.

**L'hydraulique renouvelable :** elle est égale à l'hydroélectricité totale dont on retire l'hydroélectricité issue des pompages réalisés par l'intermédiaire des stations de transfert d'énergie par pompage (Step). Ces installations permettent de remonter, aux heures de faible demande électrique, l'eau d'un bassin inférieur vers une retenue située en amont d'une centrale hydroélectrique. Les Step sont dites pures, lorsque la centrale hydraulique est exclusivement dédiée à cette activité de pompage, ou mixtes dans le cas contraire. Pour les données relatives au nombre et puissance des centrales hydrauliques renouvelables, seules sont exclues les Step pures. Pour la production, toute l'hydroélectricité produite par pompage dans les Step pures ou mixtes est retirée. L'hydroélectricité issue des pompages est dite non renouvelable.

**L'électricité renouvelable :** elle est égale aux productions électriques primaires issues des centrales hydrauliques, éoliennes, marémotrice, solaires photovoltaïques et géothermiques, auxquelles s'ajoutent les productions électriques thermiques issues de la biomasse (bois-énergie, déchets incinérés renouvelables, biogaz et résidus agricoles et agroalimentaires).

**Consommation finale énergétique :** elle correspond à la consommation des seuls utilisateurs finaux (industries, ménages, services, agriculture, sylviculture et pêche, transports), et n'intègre pas la consommation de la branche énergie. Elle est égale à la consommation d'énergie primaire moins la consommation de la branche énergie. La consommation finale énergétique exclut les

produits énergétiques utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou pour la fabrication d'engrais par exemple). La consommation d'énergie primaire permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national, alors que la consommation d'énergie finale sert à suivre la pénétration des diverses formes d'énergie dans les secteurs utilisateurs de l'économie.

**Les équivalences énergétiques** utilisées sont celles que recommandent les organisations internationales concernées (Agence internationale de l'énergie, Eurostat). Le tableau ci-après précise les coefficients d'équivalence entre unité propre et tonnes équivalent pétrole (tep). Ces coefficients sont systématiquement utilisés dans les publications officielles françaises

Énergie	Unité physique	En gigajoules (GJ) (PCI)	En tonnes équivalent pétrole (tep) - (PCI)
<b>Charbon</b>			
Houille	1 t	26	$26/42 = 0,619$
Coke de houille	1 t	28	$28/42 = 0,667$
Agglomérés et briquettes de lignite	1 t	32	$32/42 = 0,762$
Lignite et produits de récupération	1 t	17	$17/42 = 0,405$
<b>Pétrole brut et produits pétroliers</b>			
Pétrole brut, gazole/fioul domestique, produits à usages non énergétiques	1 t	42	
GPL	1 t	46	$46/42 = 1,095$
Essence moteur et carburateur	1 t	44	$44/42 = 1,048$
Fioul lourd	1 t	40	$40/42 = 0,952$
Coke de pétrole	1 t	32	$32/42 = 0,762$
<b>Électricité</b>	1 MWh	3,6	$3,6/42 = 0,086$
<b>Bois</b>	1 stère	6,17	$6,17/42 = 0,147$
<b>Gaz naturel et industriel</b>	1 MWh PCS	3,24	$3,24/42 = 0,077$

NB : 1MWh = 0,086 tep

## Sigles

<b>ADEME</b>	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<b>AFPAC</b>	Association française pour les pompes à chaleur
<b>AFPG</b>	Association française des professionnels de la géothermie
<b>bioGNV</b>	Biogaz naturel véhicule
<b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières
<b>DGEC</b>	Direction générale de l'énergie et du climat - MEEM
<b>DREAL</b>	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
<b>EDF</b>	Électricité de France
<b>ELD</b>	Entreprise locale de distribution
<b>EMHV</b>	Esters méthyliques d'huiles végétales
<b>EnR</b>	Énergie renouvelables
<b>ENEDIS</b>	Énergie Distribution (ex ERDF)
<b>ETBE</b>	Ethyl tertio butyl éther
<b>GWh</b>	Gigawatt-heure
<b>IGN</b>	Institut national de l'information géographique et forestière
<b>Insee</b>	Institut national de la statistique et des études économiques
<b>ISDND</b>	Installation de stockage des déchets non dangereux
<b>ktep</b>	kilotonne d'équivalent pétrole
<b>MWh</b>	Mégawatt-heure
<b>Observ'ER</b>	Observatoire des énergies renouvelables
<b>PPE</b>	Programmation pluriannuelle de l'énergie
<b>PPI</b>	Programmation pluriannuelle des investissements
<b>RTE</b>	Réseau de transport d'électricité
<b>SOeS</b>	Service de l'Observation et des statistiques du MEEM
<b>SRADDET</b>	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
<b>SRCAE</b>	Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie
<b>STEP</b>	Station de transfert d'énergie par pompage
<b>TEP</b>	Tonne équivalent pétrole
<b>TWh</b>	Térawatt-heure
<b>UIOM</b>	Usine d'incinération d'ordures ménagères

## Liens utiles

Ce document a été réalisé par la DREAL Grand Est, en particulier, avec l'aide ou les données des organismes suivants :

<b>ADEME</b>	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie <a href="http://www.ademe.fr">http://www.ademe.fr</a>
<b>AFPAC</b>	Association française pour les pompes à chaleur <a href="http://afpac.org">http://afpac.org</a>
<b>AFPG</b>	Association française des professionnels de la géothermie <a href="http://www.afpg.asso.fr">http://www.afpg.asso.fr</a>
<b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières <a href="http://www.brgm.fr">http://www.brgm.fr</a>
<b>CRE</b>	Commission de régulation de l'énergie <a href="http://www.cre.fr">http://www.cre.fr</a>
<b>DGEC</b>	Direction générale de l'énergie et du climat - MEEM <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat-.html">http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat-.html</a>
<b>EDF</b>	Électricité de France <a href="http://www.edf.com">http://www.edf.com</a>
<b>ELD</b>	Entreprise locale de distribution
<b>ENTSO-E</b>	European Network of Transmission System Operators for Electricity <a href="https://www.entsoe.eu">https://www.entsoe.eu</a>
<b>ENEDIS</b>	Énergie Distribution (ex ERDF) <a href="http://www.enedis.fr">http://www.enedis.fr</a>
<b>IGN</b>	Institut national de l'information géographique et forestière <a href="http://www.ign.fr">http://www.ign.fr</a>
<b>Insee</b>	Institut national de la statistique et des études économiques <a href="http://www.insee.fr">http://www.insee.fr</a>
<b>Observ'ER</b>	Observatoire des énergies renouvelables <a href="http://www.energies-renouvelables.org">http://www.energies-renouvelables.org</a>
<b>RTE</b>	Réseau de transport d'électricité <a href="http://www.rte-france.com">http://www.rte-france.com</a>
<b>SER</b>	Syndicat des énergies renouvelables <a href="http://www.enr.fr">http://www.enr.fr</a>
<b>SOeS</b>	Service de l'Observation et des statistiques du MEEM <a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr</a>



**Direction régionale de l'Environnement  
de l'Aménagement et du Logement  
Grand Est**

2 rue Augustin Fresnel  
CS 95038  
57071 Metz Cedex 03  
Tél. 03 87 62 81 00  
Fax 03 87 62 81 99

