

ENERGIE 2019

Afin de pouvoir comparer les différentes énergies entre elles, il est d'usage d'utiliser comme référence le pétrole. Pour chacune des énergies on définit une règle d'équivalence simplifiant les comparaisons, cette règle permet d'établir une unité correspondant à l'énergie contenu dans une tonne de pétrole. On parle alors de ces énergies en tonne équivalent pétrole (tep). Le tableau ci-après présente la règle qui est appliquée pour les principales sources d'énergie.

| | | |
|--|-----------------------------|--------------------|
| <u>Houille</u> 1 t = 0,619 tep | Électricité selon l'origine | |
| <u>Lignite</u> 1 t = 0,405 tep | nucléaire | 1 MWh = 0,2606 tep |
| <u>Gaz naturel</u> | géothermie | 1 MWh = 0,86 tep |
| 1 MWhPCS = 0,077 tep | autre | 1 MWh = 0,086 tep |
| 1 m ³ = 0,85 10 ⁻³ tep | <u>Dihydrogène</u> | 1 t = 2,86 tep |

On peut aussi utiliser le Joule ou plutôt son multiple, l'exajoule qui correspond à 10¹⁸ joules ou 277,8 TWh ou 23,884 Mtep.

Des données plus détaillées, par sources d'énergie ou vecteurs d'énergie, sont développées dans les chapitres suivants : [dihydrogène](#), [gaz naturel](#), [charbon](#), [pétrole](#), [silicium](#) (photovoltaïque), [uranium](#) (électricité d'origine nucléaire).

Production d'énergie primaire

| | en millions de tep | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|---------|---------|----------|----------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | Total | Charbon | Pétrole | Gaz | Énergie nucléaire | Hydroélectricité | Biomasse, déchets | Géothermie, solaire, éolien |
| Monde (2018) | 14 421 | 3 838 | 4 497 | 3 262 | 707 | 362 | 1 327 | 286 |
| Union européenne (2018) | 756 | 118 | 82 | 94 | 210 | 76 | 52 | 103 |
| France (2019) | 134,3 | 0 | 0,9 | 0 | 104 | 4,9 | 20,2 | 4,0 |

Sources : Agence Internationale de l'énergie, Eurostat et Datalab essentiel, Ministère de la transition écologique et solidaire

Par pays, en 2018 : en millions de tep. Monde : 14 421 millions de tep, Union européenne : 751 millions de tep.

| | en millions de tep | | |
|-----------------|--------------------|-----------|-----|
| Chine | 2 562 | Inde | 574 |
| États-Unis | 2 173 | Canada | 527 |
| Russie | 1 484 | Indonésie | 451 |
| Arabie Saoudite | 665 | Iran | 406 |

Source : Agence Internationale de l'énergie

Réserves prouvées de combustibles fossiles : en 2019.

| | en Gtep | | | Total |
|------------------|---------|---------|-------------|---------|
| | Charbon | Pétrole | Gaz naturel | |
| États-Unis | 148,0 | 8,2 | 11,0 | 167,2 |
| Russie | 81,0 | 14,7 | 32,3 | 128,0 |
| Chine | 85,9 | 3,6 | 7,1 | 96,6 |
| Australie | 75,9 | 0,3 | 2,0 | 78,2 |
| Inde | 64,5 | 0,6 | 1,1 | 66,2 |
| Iran | – | 21,4 | 27,2 | 48,6 |
| Arabie Saoudite | – | 40,9 | 5,1 | 46,0 |
| Canada | 3,6 | 27,3 | 1,7 | 32,6 |
| Union européenne | 36,0 | 0,7 | 0,6 | 37,3 |
| Total monde | 593,5 | 244,6 | 169,0 | 1 007,1 |

Source : BP Statistical Review of World Energy

Consommation d'énergie primaire

En 2019, la consommation d'énergie primaire des principaux pays consommateurs est indiquée ci-après.

| | en exajoules | | | | | | |
|------------------|--------------|---------|---------|--------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| | Total | Charbon | Pétrole | Gaz | Énergie nucléaire | Hydroélectricité | Autres énergies renouvelables |
| Monde | 583,90 | 157,86 | 193,03 | 141,45 | 24,92 | 37,66 | 28,98 |
| Union européenne | 68,81 | 7,69 | 26,39 | 16,90 | 7,33 | 2,94 | 7,54 |
| Chine | 141,70 | 81,67 | 27,91 | 11,06 | 3,11 | 11,32 | 6,63 |
| États-Unis | 94,65 | 11,34 | 36,99 | 30,48 | 7,60 | 2,42 | 5,83 |
| Inde | 34,06 | 18,62 | 10,24 | 2,15 | 0,40 | 1,44 | 1,21 |
| Russie | 29,81 | 3,63 | 6,57 | 16,00 | 1,86 | 1,73 | 0,02 |
| Japon | 18,67 | 4,91 | 7,53 | 3,89 | 0,59 | 0,66 | 1,10 |
| Canada | 14,21 | 0,56 | 4,50 | 4,33 | 0,90 | 3,41 | 0,52 |
| Allemagne | 13,14 | 2,30 | 4,68 | 3,19 | 0,67 | 0,18 | 2,12 |
| Brésil | 12,40 | 0,66 | 4,73 | 1,29 | 0,14 | 3,56 | 2,02 |
| Corée du Sud | 12,37 | 3,44 | 5,30 | 2,01 | 1,30 | 0,02 | 0,29 |
| Iran | 12,34 | 0,05 | 3,92 | 8,05 | 0,06 | 0,26 | 0 |
| Arabie Saoudite | 11,04 | 0 | 6,92 | 4,09 | 0 | 0 | 0,02 |
| France | 9,68 | 0,27 | 3,15 | 1,56 | 3,56 | 0,52 | 0,61 |

Source : BP Statistical Review of World Energy

Évolution de la consommation d'énergie primaire : en millions de tep, dans le monde et () en France.

| | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1850 400 | 1975 6 000 (169,3) | 1995 8 137 (225) | 2015 13 147 (239) |
| 1900 1 100 | 1980 6 800 (196) | 2000 9 179 (269) | 2018 13 865 (243) |
| 1950 4 000 (58) | 1985 7 200 (193,6) | 2005 11 434 (276) | |
| 1970 5 000 (151,5) | 1992 7 800 (216) | 2010 12 002 (252) | |

Consommation finale d'énergie par secteurs d'utilisation : répartition, en 2018.

| | Monde | Union européenne | États-Unis | Chine |
|--------------------------|--------|------------------|------------|--------|
| Transports | 29,1 % | 28,4 % | 40,0 % | 15,8 % |
| Industries | 28,6 % | 23,1 % | 17,4 % | 48,3 % |
| Usages non énergétiques | 9,2 % | 8,6 % | 9,3 % | 8,7 % |
| Résidentiel et tertiaire | 29,4 % | 36,8 % | 30,7 % | 21,4 % |
| Autres | 3,7 % | 3,0 % | 2,6 % | 5,9 % |

Source : Agence Internationale de l'énergie

Taux de dépendance énergétique de quelques pays européens, en 2018. Union européenne : 55,7 %

| | | | |
|-------------|--------|----------|--------|
| Royaume-Uni | 35,4 % | Espagne | 73,3 % |
| France | 46,6 % | Italie | 76,3 % |
| Allemagne | 63,6 % | Belgique | 82,3 % |

Source : Eurostat

Électricité

Production brute en 2019, dont () production nette d'origine nucléaire. Monde : 27 005 milliards de kWh (2 796 milliards de kWh), Union européenne : 3 215 milliards de kWh (822 milliards de kWh).

en milliards de kWh

| | | | |
|------------|-------------|--------------|-----------|
| Chine | 7 503 (349) | Canada | 660 (100) |
| États-Unis | 4 401 (852) | Brésil | 626 (16) |
| Inde | 1 559 (45) | Allemagne | 612 (75) |
| Russie | 1 118 (209) | Corée du Sud | 585 (146) |
| Japon | 1 036 (66) | France | 555 (393) |

Sources : BP Statistical Review of World Energy

Dans le monde, 1,5 milliard de personnes ne disposent pas d'électricité.

Consommation d'électricité, par habitant, en 2018. Monde : 3,3 MWh, Union européenne : 6,0 MWh.

en MWh

| | | | |
|---------|------|--------|------|
| Islande | 52,5 | Canada | 15,2 |
|---------|------|--------|------|

| | | | |
|----------|------|---------------------|------|
| Norvège | 23,5 | Émirats Arabes Unis | 13,2 |
| Bahreïn | 18,6 | Suède | 12,8 |
| Qatar | 16,6 | États-Unis | 12,8 |
| Finlande | 15,5 | Luxembourg | 12,2 |
| Koweït | 15,4 | Taipei chinois | 11,2 |

Source : Agence Internationale de l'énergie

En France : 7,0 MWh/ha, au Japon : 7,6 MWh/ha, en Russie : 6,9 MWh/ha, en Allemagne : 6,7 MWh/ha, en Chine : 4,9 MWh/ha, en Inde : 1,0 MWh/ha.

Part des diverses sources d'énergie dans la production d'électricité, en 2018.

| | Énergies fossiles | Hydraulique | Nucléaire | Autres renouvelables |
|------------------|-------------------|-------------|-----------|----------------------|
| Monde | 64,0 % | 16,2 % | 10,1 % | 10,1 % |
| Union européenne | 40,8 % | 10,6 % | 25,2 % | 24,4 % |
| États-Unis | 63,6 % | 7,1 % | 18,9 % | 10,9 % |
| Chine | 69,9 % | 17,1 % | 4,1 % | 8,9 % |
| Inde | 78,6 % | 9,5 % | 2,4 % | 9,3 % |
| France | 8,1 % | 12,1 % | 71,0 % | 9,7 % |

Source : Agence Internationale de l'énergie

Dans le monde, la production d'électricité absorbe les 2/3 de la production de charbon.

Déchets : bilan lors de la production de 1 MWh d'électricité.

| Combustible | en kg | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | Cendres |
| Charbon (300 kg) | 900 | 6 | 1,2 à 1,6 | 15 à 45 |
| Pétrole (200 kg) | 620 | 12 | 1 | environ 0 |
| Gaz naturel (180 kg) | 440 | 0,4 | 3 | 0,05 |
| Uranium (3,6 g) | 0 | 0 | 0 | combustible irradié |

Aux États-Unis, la production d'électricité est à l'origine de 66 % des émissions de [SO₂](#), 39 % des émissions de [CO₂](#) et 30 % des émissions d'oxydes d'azote.

Énergies renouvelables

En 2017, 81,0 % de la production mondiale d'énergie est assurée par des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) qui sont épuisés 100 000 fois plus vite qu'ils ne se sont formés. Les 14,0 % qui sont assurés par les énergies renouvelables proviennent principalement, à 70,1 % du bois et des déchets, 18,1 % de l'hydroélectricité, 4,1 % des biocarburants, 3,8 % de la géothermie, 3,3 % de l'éolien, 2,5 % du solaire, 1,6 % du biogaz. Dans l'Union européenne, en 2018, la part des énergies renouvelables est de 30,6 %, 19,6 %, en France.

Production d'électricité à partir d'énergie renouvelable.

| | Monde | Union européenne | États-Unis | France |
|---|--------|------------------|------------|--------|
| % d'origine renouvelable par rapport au total de la production en 2018 | | | | |
| | 26,3 % | 36,0 % | 18,0 % | 22,1 % |
| Part des différentes énergies renouvelables | | | | |
| Hydroélectricité | 61,5 % | 32,1 % | 39,4 % | 55,0 % |
| Biomasse | 11,2 % | 21,1 % | 13,2 % | 9,9 % |
| Géothermie | 1,3 % | 0,6 % | 2,3 % | 0,1 % |
| Éolien | 18,1 % | 31,9% | 34,3 % | 22,3 % |
| Solaire | 8,0 % | 10,8 % | 10,6 % | 8,3 % |
| Marine | 0,01 % | 0,04 % | 0 | 0,4 % |

Source : Agence Internationale de l'énergie

L'hydroélectricité

L'écoulement d'un liquide peut fournir une énergie captée par des turbines qui la transforment en électricité.

Productions, en 2019, et () part dans la production d'électricité du pays. Monde : 4 222 TWh (15,6 %), Union européenne : 328 TWh (10,2 %).

| en TWh | | | |
|------------|----------------|---------|----------------|
| Chine | 1 270 (16,9 %) | Inde | 162 (10,4 %) |
| Brésil | 399 (63,7 %) | Norvège | 138,5 (94,2 %) |
| Canada | 382 (57,9 %) | Japon | 74 (7,1%) |
| États-Unis | 271 (6,2 %) | Suède | 61,9 (37,9 %) |
| Russie | 194 (17,4 %) | Turquie | 89 (28,9 %) |

Source : BP Statistical Review of World Energy

L'énergie potentielle renouvelée en altitude est estimée au niveau mondial à un total de 40 000 TWh/an dont 8 700 TWh sont actuellement économiquement exploitables.

Le barrage des 3 gorges, en Chine, sur le Yangzi, a une hauteur de 175 m pour une hauteur de chute brute de 120 m, un volume du réservoir de 39 milliards de m³, pour une puissance de 18 200 MW. Le volume de réservoir le plus important – 169 milliards de m³ – est celui du barrage de Bratsk, en Russie, sur la rivière Angara, d'une puissance de 4 600 MW.

Les marées

On évalue la capacité totale d'énergie marémotrice potentielle dans le monde à un milliard de kilowatts, ce qui correspond à une production annuelle d'énergie de 2 à 3 milliards de kWh, soit 10 fois la production totale annuelle d'électricité du Canada. L'installation de ce type la plus importante au monde a longtemps été située en France, avec 480 GWh produits, en 2017, par l'usine de la Rance de 218 MW de puissance, construite en 1966. En 30 ans, sa production a été de 16 milliards de kWh. Depuis août 2011, l'installation la plus puissante est située en Corée du Sud avec une usine de 254 MW fermant le lac Sihwa. Autres usines marémotrices : Annapolis (Nlle Écosse, Canada), 20 MW, Jiangxia (Chine), 5 MW, Kislaya Guba (Russie), 0,4 MW.

Le solaire

L'énergie solaire peut être récupérée pour fournir de l'électricité à l'aide de panneaux photovoltaïques ou dans des centrales solaires thermiques à concentration (CSP) dans lesquelles l'énergie est produite par concentration des rayons solaires sur des tubes capteurs ou au sommet d'une tour contenant un fluide thermique. Elle peut également être récupérée par des panneaux thermiques chauffant de l'eau (voir également la partie photovoltaïque dans le chapitre [silicium](#)).

Installations photovoltaïques, puissance installée, fin 2019 et () fourniture d'électricité, en 2019.

Monde : 586 421 MWc (724,1 TWh), Union européenne : 130 670 MWc (138,4 TWh).

| | en MWc et () en TWh | |
|------------|----------------------|----------------------------|
| Chine | 205 493 (223,8) | Australie 15 930 (18,0) |
| États-Unis | 62 298 (108,4) | Royaume-Uni 13 398 (12,7) |
| Japon | 61 840 (75,3) | Espagne 11 065 (15,0) |
| Allemagne | 48 962 (47,5) | France 10 571 (11,7) |
| Inde | 35 060 (46,3) | Corée du Sud 10 505 (12,1) |
| Italie | 20 906 (24,3) | Pays Bas 6 725 (5,2) |

Source : BP Statistical Review of World Energy

Le Watt crête Wc caractérise la puissance d'un panneau photovoltaïque. En moyenne, un Watt crête correspond à la puissance d'une cellule monocristalline d'une surface d'un décimètre carré. La puissance crête représente la puissance délivrée par le panneau au point de puissance maximale (dans le diagramme intensité/tension) et pour une irradiation solaire de 1 000 W/m² (avec un spectre standard) avec une cellule à 25°C.

L'installation photovoltaïque de Moura, au Portugal, a une puissance de 64 MW avec 268 000 panneaux solaires occupant une surface de 250 hectares.

Installations solaires à concentration (CSP) : fin 2019, la puissance installée est de 6,055 GW dont 2 323 MW dans L'Union européenne avec 2 304 MW en Espagne et 1 758 MW en Amérique du Nord, principalement aux États-Unis. La centrale la plus puissante est celle de Ivanpah, dans le désert de Mojave, en Californie, aux États-Unis avec 392 MW fournis par 173 500 miroirs focalisant l'énergie solaire sur 3 tours de 140 m de hauteur. Dans le cas de la centrale de 20 MW de Séville, en Espagne, 1 255 miroirs mobiles (héliostats) de 120 m² chacun, concentrent les rayons solaires au sommet d'une tour de 160 m. Aux États Unis, le fluide thermique utilisé est de l'oxyde de diphényle chauffé à 400°C dans le cas des 9 centrales californiennes de Kramer Junction d'une puissance totale de 354 MW à l'aide de concentrateurs cylindro-paraboliques qui permet de produire de la vapeur puis de l'électricité. En Espagne, en 2019, avec 50 centrales, la production d'électricité injectée dans le réseau a été de 5 116 GWh. En France, en mai 2019, a débuté la production d'une centrale à Llo (66) d'une puissance de 9 MW, située à 1600 m d'altitude et utilisant de l'eau comme fluide caloporteur qui transformée en vapeur peut être stockée pendant quelques heures. Exploitée par la société [Suncnim](#), elle occupe une superficie de 36 hectares avec 95 200 miroirs de Fresnel de 153 000 m².

Installations cumulée de solaire thermique, dans l'Union européenne, fin 2019. Total : 54,0 millions de m² soit une puissance équivalente de 37 813 MWth.

| Surface, en millions de m ² | Puissance équivalente, en MWth |
|---|-----------------------------------|
|---|-----------------------------------|

| | | |
|--------------------------------|------|--------|
| Allemagne | 19,3 | 13 528 |
| Autriche | 5,0 | 3 531 |
| Grèce | 4,9 | 3 407 |
| Espagne | 4,4 | 3 087 |
| Italie | 4,3 | 3 039 |
| France (y compris l'outre mer) | 3,3 | 2 327 |
| Pologne | 3,0 | 1 887 |

Source : *Observ'ER*

En Allemagne, Autriche et dans de nombreux pays méditerranéens, le solaire thermique est massivement employé dans la production d'eau chaude.

La géothermie

La géothermie est utilisée pour produire de la chaleur et de l'électricité à partir de la chaleur stockée dans le sol. On distingue :

- **La géothermie très basse énergie** : en tout point de la planète, y compris dans les zones de socle cristallin, il est possible de capter et de transformer la chaleur emmagasinée dans les couches superficielles du sous-sol à quelques mètres de profondeur pour le chauffage des habitations au moyen de pompes à chaleur géothermiques.
- **La géothermie basse énergie** : des forages exploitent des aquifères situés à quelques milliers de mètres de profondeur en récupérant de l'eau à une température de 50 à 90°C. Cette énergie est destinée à un usage thermique (chauffage de piscines, serres, habitations collectives...).
- **La géothermie moyenne énergie** (90 à 150°C) provenant de zones volcaniques est principalement utilisée pour produire de l'électricité à l'aide de centrales à fluide binaire.
- **La géothermie haute énergie** : utilise la chaleur (de 150 à 350°C) présente dans des régions dans lesquelles le gradient thermique est important (8 à 10°C par 100 m au lieu de 3°C habituellement). Ces ressources sont présentes dans les régions volcaniques situées à proximité des frontières des plaques lithosphériques : « ceinture de feu » du Pacifique, arc des petites Antilles, arc méditerranéen, grand rift africain. La chaleur est utilisée pour produire de l'électricité à l'aide de turbines.

Puissance électrique d'origine géothermique, installée, fin 2019. Monde : 13 931 MWe, Union européenne : 901 MWe.

en MWe

| | | | |
|------------------|-------|---------|-----|
| États-Unis | 2 555 | Mexique | 936 |
| Indonésie | 2 131 | Kenya | 823 |
| Philippines | 1 928 | Italie | 800 |
| Turquie | 1 515 | Islande | 753 |
| Nouvelle Zélande | 965 | Japon | 525 |

Source : *BP Statistical Review of World Energy*

En 2017, dans l'Union européenne, la production d'électricité d'origine géothermique est de 6 734 GWh dont 6 201 GWh en Italie.

Une production française est réalisée à Bouillante, en Guadeloupe, avec une puissance installée de 25 MWe et une production, en 2015, de 92 GWh.

Utilisation directe de la chaleur géothermique, hors pompes à chaleur, dans l'Union européenne, en 2017. Total : 1 763 MWth de puissance installée.

en puissance installée en MWth

| | | | |
|-----------|-----|----------|----|
| France | 509 | Roumanie | 88 |
| Allemagne | 336 | Pologne | 64 |
| Hongrie | 253 | Autriche | 60 |
| Italie | 160 | Suède | 44 |
| Pays Bas | 142 | Danemark | 33 |

Source : *Observ'ER*

Pompes à chaleur, dans l'Union européenne, fin 2017. Total : 34,425 millions d'unités dont 32,880 millions d'unités de pompes aérothermiques.

en milliers d'unités

| | Total | Pompes aérothermiques | Pompes géothermiques |
|-----------|--------|-----------------------|----------------------|
| Italie | 19 534 | 19 520 | 14 |
| France | 5 728 | 5 573 | 155 |
| Espagne | 3 203 | 3 202 | 1 |
| Suède | 1 662 | 1 136 | 526 |
| Allemagne | 975 | 617 | 358 |
| Finlande | 795 | 684 | 111 |

Source : *Observ'ER*

La biomasse

La biomasse solide (bois, déchets agricoles...) peut être valorisée sous forme d'énergie. Dans le monde, au total, on estime qu'elle représente 72 milliards de tep.

Production brute de chaleur, à partir de biomasse solide, en 2018, dans l'Union européenne. Total : 10,712 millions de tep.

en millions de tep

| | | | |
|--------------------|-------|-----------|-------|
| Suède | 2,484 | Allemagne | 0,568 |
| Finlande | 1,594 | Italie | 0,538 |
| Danemark | 1,360 | Lituanie | 0,532 |
| France DOM compris | 1,122 | Lettonie | 0,310 |
| Autriche | 0,872 | Pologne | 0,288 |

Source : *Observ'ER*

Production brute d'électricité, à partir de biomasse solide, en 2018, dans l'Union européenne. Total : 99,5 TWh.

en TWh

| | | | |
|-------------|------|--------------------|-----|
| Royaume Uni | 23,5 | Danemark | 4,4 |
| Finlande | 11,8 | Espagne | 4,2 |
| Allemagne | 10,8 | Italie | 4,2 |
| Suède | 10,2 | Autriche | 4,0 |
| Pologne | 5,3 | France DOM compris | 3,8 |

Source : *Observ'ER*

Au total, la biomasse (solide et déchets ménagers) a produit, en 2008, dans le monde : 223,5 TWh d'électricité dont 59,4 TWh aux États Unis, 19,9 TWh au Brésil, 16,0 TWh au Japon, 9,0 TWh au Canada.

Incinération des déchets municipaux renouvelables : en 2017, production d'énergie primaire et () production d'électricité. Union européenne : 10 060 ktep (22 179 GWh).

en ktep et () en GWh

| | | | |
|-------------|---------------|----------|-------------|
| Allemagne | 3 217 (5 956) | Pays Bas | 764 (1 904) |
| France | 1 391 (2 262) | Danemark | 468 (884) |
| Royaume Uni | 887 (3 386) | Belgique | 375 (972) |
| Italie | 853 (2 384) | Finlande | 327 (556) |
| Suède | 779 (1 778) | Espagne | 260 (772) |

Source : *Observ'ER*

Biocarburants

(voir le focus : [pétrole](#)) :

Production mondiale : en 2019. Monde : 4 113,1 pétajoules, Union européenne : 649,8 pétajoules.

en pétajoules

| | | | |
|------------|---------|-----------|-------|
| États-Unis | 1 557,1 | Chine | 111,3 |
| Brésil | 992,2 | Argentine | 102,8 |
| Indonésie | 275,5 | Thaïlande | 95,6 |
| Allemagne | 143,4 | Pays Bas | 79,2 |
| France | 113,0 | Espagne | 66,7 |

Source : *BP Statistical Review of World Energy*

Consommation destinée aux transports, en 2018, dans l'Union européenne.

en ktep

| | Total | Bioéthanol | Biodiesel | Biogaz |
|------------------|--------|------------|-----------|--------|
| Union européenne | 16 959 | 2 893 | 13 906 | 161 |
| France | 3 398 | 586 | 2 812 | 0 |
| Allemagne | 2 719 | 756 | 1 929 | 34 |
| Espagne | 1 728 | 160 | 1 568 | 0 |
| Suède | 1 557 | 97 | 1 343 | 118 |
| Royaume Uni | 1 274 | 377 | 897 | 0,4 |
| Italie | 1 250 | 33 | 1 217 | 0,1 |
| Pologne | 943 | 173 | 770 | 0 |

Source : *Observ'ER*

Biogaz

L'énergie est produite par combustion du méthane issu de la décomposition de déchets organiques. Le méthane est soit capté directement dans les décharges ou produit à l'aide de méthaniseurs. Le gaz produit par les décharges est principalement utilisé pour produire de l'électricité. Dans le cas

des stations d'épuration, la cogénération (production conjointe d'électricité et de chaleur) est le plus souvent employée. Voir le focus : [gaz naturel](#).

Production d'énergie primaire à partir de biogaz, en 2017, dans l'Union européenne. Total : 16 812 ktep.

| en ktep | | | |
|--------------------|-------|----------|-----|
| Allemagne | 7 845 | Danemark | 389 |
| Royaume Uni | 2 719 | Pays Bas | 321 |
| Italie | 1 898 | Pologne | 281 |
| France | 900 | Espagne | 261 |
| République tchèque | 608 | Autriche | 246 |

Source : *Observ'ER*

En 2015, la production est destinée à 62 % à la production d'électricité, 27 % à celle de chaleur, 11 % à celle de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel et au transport. Ce dernier a représenté 0,13 Mtep à comparer aux 14 Mtep fournies par les biocarburants.

Production brute d'électricité à partir de biogaz, en 2017, dans l'Union européenne. Total : 63 411 GWh dont 20 678 GWh dans des centrales électrique seules et 42 733 GWh par des centrales fonctionnant en cogénération.

| en GWh | | | |
|--------------------|--------|----------|-------|
| Allemagne | 33 879 | Pologne | 1 096 |
| Italie | 8 299 | Espagne | 941 |
| Royaume Uni | 7 722 | Belgique | 938 |
| République tchèque | 2 639 | Pays Bas | 923 |
| France | 2 091 | Danemark | 686 |

Source : *Observ'ER*

L'éolien

L'éolien est une énergie simple à récupérer et l'est depuis longtemps, mais reste assez capricieux, trop de vent oblige de stopper la production au risque d'endommager les installation, pas assez de vent ne permet pas la rotation des pales et l'entraînement des turbines qui produisent l'électricité.

Puissance installée, fin 2019 et () fourniture d'électricité, en 2019. Monde : 622 704 MW (1 429,6 TWh), Union européenne : 180 817 MW, en 2018, (430,7 TWh).

| en MW et () en TWh | | | |
|---------------------|------------------------|-------------|----------------------|
| Chine | 210 478 MW (405,7 TWh) | Royaume Uni | 24 128 MW (64,1 TWh) |
| États Unis | 103 584 MW (303,1 TWh) | France | 16 260 MW (34,5 TWh) |
| Allemagne | 60 822 MW (126,0 TWh) | Brésil | 15 364 MW (55,8 TWh) |
| Inde | 37 505 MW (63,3 TWh) | Canada | 13 413 MW (34,2 TWh) |
| Espagne | 25 553 MW (56,2 TWh) | Italie | 10 758 MW (20,1 TWh) |

Source : *BP Statistical Review of World Energy*

Au Danemark, en 2018, l'éolien est à l'origine de 45,6 % de l'électricité produite.

Évolution de la puissance éolienne cumulée dans le monde depuis 1996 :

| | en MW | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Année | 1996 | 2000 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2016 | 2019 |
| Puissance éolienne mondiale | 6 115 | 17 684 | 59 235 | 94 091 | 160 084 | 238 967 | 319 907 | 468 989 | 564 347 |

Source : BP Statistical Review of World Energy

SITUATION FRANÇAISE

En 2019.

Production d'énergie primaire :

| en millions de tep | | | | | | |
|--------------------|---------|-------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|
| Charbon | Pétrole | Gaz naturel | Énergies renouvelables | Électricité nucléaire | Déchets non renouvelables | Total |
| 0 | 0,997 | 0,014 | 29,060 | 103,966 | 1,737 | 135,774 |

Source : Datalab essentiel, Ministère de la transition écologique et solidaire

Consommation d'énergie primaire :

| en millions de tep | | | | | | |
|--------------------|---------|-------------|---|-----------------------|------------------|---------|
| Charbon | Pétrole | Gaz naturel | Électricité hydraulique, éolienne et photovoltaïque | Électricité nucléaire | ENRt* et déchets | Total |
| 7,473 | 71,541 | 39,200 | 8,972 | 99,008 | 19,504 | 245,698 |

Source : Datalab essentiel, Ministère de la transition écologique et solidaire

*: ENRt : énergie renouvelable thermique.

Commerce extérieur : pour les divers combustibles ou sources d'énergie.

| | en millions de tep | | | | | |
|--------------|--------------------|------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-----------------|
| | Total | Charbon, lignite | Pétrole et produits pétroliers | Gaz naturel | Électricité | ENRt et déchets |
| Exportations | 34,475 | 0,004 | 17,535 | 9,685 | 6,303 | 0,948 |
| Importations | 154,474 | 6,831 | 95,295 | 48,904 | 1,344 | 2,100 |

Source : Datalab essentiel, Ministère de la transition écologique et solidaire

Taux d'indépendance énergétique : 54,6 %.

Facture énergétique : 44,2 milliards d'euros. Le maximum avait été atteint en 2012 avec 71,760 milliards d'euros.

Consommation finale énergétique par secteur, sur un total de 245,346 millions de tep :

| | en millions de tep |
|-----------------|--------------------|
| Branche énergie | 92,556 |
| Transport | 45,215 |
| Résidentiel | 39,846 |
| Industrie | 27,511 |
| Tertiaire | 22,954 |
| Agriculture | 4,470 |

Hors usage énergétique (chimie) 13,416

Source : *Datalab essentiel*, Ministère de la transition écologique et solidaire

Électricité

En 2019.

Production nette : 537,7 TWh (TéraWh = 10^{12} Wh), dans des :

- [Centrales thermiques nucléaires](#) : 379,5 TWh.
- Autres centrales thermiques : 42,6 TWh.
- Centrales hydrauliques : 60,0 TWh (voir le chapitre [eau](#)).
- Éolien : 34,1 TWh.
- Solaire : 11,6 TWh.
- Bioénergies : 9,9 TWh
- Marées : 0,5 TWh.
- Géothermie : 0,004 TWh.

Consommation finale : 474 TWh.

Commerce extérieur :

- Exportations : 84,0 TWh.
- Importations : 28,3 TWh.

Échanges transfrontaliers d'électricité.

| | en TWh | |
|-----------------------|--------------|--------------|
| | Exportations | Importations |
| Autres pays européens | 17,4 | 14,7 |
| Espagne | 13,9 | 4,2 |
| Royaume Uni | 14,2 | 2,9 |
| Italie | 19,2 | 0,4 |
| Suisse | 19,3 | 6,1 |

Source : *Commission de Régulation de l'Énergie*

La puissance appelée maximale a été de 102,1 GWe, le 8 février 2012, à 19 heures.

Énergies renouvelables

Production primaire

D'énergie renouvelable, sur un total de 27,323 millions de tep, en 2019.

| | en millions de tep | |
|---------------------------|--------------------|------------------------------|
| Bois | 10,194 | Solaire photovoltaïque 1,051 |
| Hydraulique, hors pompage | 4,894 | Biogaz 0,977 |
| Éolien | 2,986 | Géothermie 0,460 |
| Pompes à chaleur | 2,732 | Solaire thermique 0,187 |
| Biocarburants | 2,546 | Énergie marémotrice 0,041 |
| Déchets renouvelables | 1,255 | |

Source : [Datalab essentiel](#), Ministère de la transition écologique et solidaire

Bois : utilisée à 91 % en chaleur et 9 % en électricité.

Hydraulique : voir ci-dessus.

Biocarburants : le taux d'incorporation dans les carburants a été de 7,0 % pour le biodiesel et de 5,7 % pour le bioéthanol. Le biodiesel est à 94 % sous forme d'esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV).

Éolien : la production a été de 28,6 TWh, avec une puissance installée, fin 2019, de 16,3 GW.

Déchets : utilisés à 49 % en chaleur et 51 % en électricité. Dans l'Île de la Réunion et en Guadeloupe, la bagasse (tiges broyées de canne à sucre), est brûlée pour produire de l'électricité dans des centrales qui fonctionnent avec du charbon en dehors des périodes (de 3 à 4 mois) de récolte de la canne à sucre. À la Réunion, en 2012, les centrales de Bois-Rouge de 100 MW de puissance et du Gol de 110 MW ont produit 267 GWh. En Guadeloupe, la centrale du Moule, de 64 MW de puissance, a produit 370 GWh en 2011.

Biogaz : fin septembre 2017, 531 installations fonctionnent avec une puissance de 412 MW. En 2018, utilisé à 56 % en électricité, 38 % en chaleur et 6 % injecté dans le réseau de gaz naturel.

Solaire : le solaire thermique couvre 2,82 millions de m². Pour le photovoltaïque, fin septembre 2017, la puissance installée est de 7 686 MW pour 395 787 installations.

Géothermie : voir le site [géothermie-perspectives](#) créé par le BRGM et l'ADEME.

- Géothermie très basse énergie : l'exploitation des ressources très basse température a commencé très tôt en France, dès 1963, à la Maison de la Radio à Paris, avec la mise en œuvre d'un système de chauffage et de climatisation qui puise l'eau de l'aquifère de l'Albien à 600 m de profondeur à une température de 27°C. L'eau cède 20°C au dispositif énergétique avant d'être rejetée à 7°C. En hiver, cette énergie géothermique est utilisée en appoint d'un chauffage original : un système complexe de pompes à chaleur récupère la chaleur dégagée par les activités des studios. En été, le système est inversé pour le rafraîchissement et la climatisation. De l'autre côté de la Seine, la tour Mirabeau, où se trouve le siège du BRGM, est également chauffée par un forage à l'Albien situé devant l'immeuble.
- Géothermie basse énergie : dans le Bassin Parisien, 95 % des forages exploitent l'aquifère calcaire du Dogger situé entre 1 600 et 2 000 m. Il s'étend sur plus de 15 000 km² avec des températures variant de 56 à 85°C. Un site géothermique assure, en moyenne, 75 % des besoins énergétiques de 3 500 logements à l'aide de 250 m³/h de fluide géothermal extrait à 70°C et réinjecté à 40°C. Le fluide géothermal du Dogger présente l'inconvénient d'être fortement chargé en sels et gaz dissous ([H₂S](#), [CO₂](#)) ce qui entraîne une corrosion importante de l'[acier](#) (0,4 mm/an) des tubes équipant les puits et des dépôts importants de sulfure de fer (5 mm/an). À Chevilly la Rue et L'Hay les Roses, le forage offre une température en tête de puits de 72,6°C avec un débit de 560 m³/h.
- Géothermie haute énergie : une installation, exploitée par la société [Géothermie Bouillante](#) (59,73 % Ormat Technologies, 20,36 % BRGM et 19,91 % Caisse des Dépôts et Consignations), alimentant une centrale électrique de 15,5 MW fonctionne à Bouillante, en Guadeloupe : elle pompe l'eau, à 250°C, à 300 m. En 2017, la production d'électricité a été de 112 GWh.

Marées : avec l'usine de la Rance mise en service en 1966. Le barrage abrite 24 turbines de 5,3 m de diamètre et de 10 MW/chacun de puissance.

Consommations

Quelques consommations, en 2016 :

- Consommation d'électricité renouvelable : 7 750 ktep.
- Consommation d'énergie thermique renouvelable : 15 679 ktep.
- Consommation de biocarburants : 3 400 ktep, par origine, en 2018, en milliers de tep :
 - Biodiesel : 2 800
 - Bioéthanol : 600