ENERGIE 2022

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.

Houille	1 t = 0,619 tep	Électricité selon l'origine	
Lignite	1 t = 0,405 tep	nucléaire	1 MWh = 0,2606 tep
Gaz naturel		géothermie	1 MWh = 0,86 tep
	1 MWhPCS = 0,077 tep	autre	1 MWh = 0,086 tep
	1 m³ = 0,85 10^{-3} tep	Dihydrogène	1 t = 2,86 tep

On peut aussi utiliser le Joule ou plutôt ses multiples, l'exajoule qui correspond à 10^{18} joules ou 277,8 TWh ou 23,884 Mtep ou encore le pétajoule soit 10^{15} joules.

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, répartition

	Total	Charbon	Pétrole	Gaz	Énergie nucléaire	Hydroélectricité	Biomasse, déchets	Autres renouvelables
Monde (2019)	14 474	26,8 %	30,9 %	23,2 %	5,0 %	2,5 %	9,4 %	2,2 %
Union européenne (2019)	616	16,2 %	3,2 %	8,5 %	32,0 %	4,5 %	21,3 %	35,6 %
France (2019)	134,3	0	0,7 %	0	77,4 %	3,6 %	15,0 %	2,3 %

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 2020.

en Gtep

	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Total
États-Unis	147,7	8,2	10,7	166,6
Russie	100,4	14,8	31,8	147,0
Chine	86,9	3,5	7,1	97,5
Australie	76,6	0,3	2,0	78,9
Inde	67,7	0,6	1,1	69,4
Iran	-	21,7	27,3	49,0
Arabie Saoudite	-	40,9	5,1	46,0
Canada	2,3	27,1	2,0	31,4
Union européenne	37,3	0,3	0,3	37,9
Total monde	664,9	244,4	159,9	1 069,2

Source : d'après BP Statistical Review of World Energy

Consommation d'énergie primaire

En 2022, 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	604,04	161,47	190,69	141,89	24,13	40,68	45,18
Union européenne	58,18	6,98	22,13	12,36	5,48	2,60	8,63
Chine	159,36	88,41	28,16	13,53	3,76	12,23	13,30
États-Unis	95,91	9,87	36,15	31,72	7,31	2,43	8,43
Inde	36,44	20,09	10,50	2,09	0,42	1,64	2,15
Russie	28,89	3,19	7,05	14,69	2,01	1,86	0,08
Japon	17,84	4,92	6,61	3,62	0,47	0,70	1,53
Canada	14,14	0,39	4,27	4,38	0,78	3,74	0,59
Allemagne	12,30	2,33	4,26	2,78	0,31	0,16	2,45
Corée du Sud	12,71	2,87	5,47	2,23	1,59	0,03	0,52
Brésil	13,41	0,59	5,01	1,15	0,13	4,01	2,53
Iran	12,16	0,08	3,69	8,24	0,06	0,07	0,02
Arabie Saoudite	11,50	0	7,15	4,33	0	0	0,01
France	8,39	0,21	2,91	1,38	2,65	0,42	0,81

Source : Energy Institute 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 **1995** 8 137 **2015** 13 147

			(169,3)		*(225)*		*(239)*
1900	1 100	**1980**	6 800 *(196)*	**2000**	9 179 *(269)*	**2020**	13 295 (231)
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 2019.

	Monde	Union européenne, en 2018	États-Unis	Chine
Transports	29,0 %	28,4 %	40,1 %	15,5 %
Industries	29,0 %	23,1 %	16,9 %	48,8 %
Usages non énergétiques	9,3 %	8,6 %	9,9 %	8,5 %
Résidentiel, tertiaire, agriculture	31,2 %	36,8 %	32,0 %	23,1 %
Autres	1,6 %	3,0 %	1,0 %	4,1 %

Source : Agence Internationale de l'énergie

Taux de dépendance énergétique de quelques pays européens, en 2019. Union européenne : 57,9 %

Pologne	46,8 %	Espagne	75,0 %
France	47,6 %	Belgique	76,7 %
Allemagne	67,6 %	Italie	77,5 %

Source : Eurostat

Électricité

Production brute en 2022, dont ( ) production d'origine nucléaire. Monde : 29 165 milliards de kWh (2 679 milliards de kWh), Union européenne : 2 812 milliards de kWh (609 milliards de kWh).

en milliards de kWh

Chine	8 849 (418)	Canada	660 (87)
États-Unis	4 547 (812)	Brésil	677 (15)
Inde	1 858 (46)	Corée du Sud	620 (176)
Russie	1 166 (224)	Allemagne	577 (35)
Japon	1 034 (52)	France	468 (295)

Sources : Energy Institute Statistical Review of World Energy

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

Consommation d'électricité, par habitant, en 2020 ou 2021. Monde : 3,2 MWh, Union européenne : 6,0 MWh.

en MWh

Islande, en 2021	51,2	Canada, en 2021	14,7

Norvège, en 2021	23,8	Émirats Arabes Unis, en 2020	13,2
Bahreïn, en 2020	18,8	Suède, en 2021	12,9
Qatar, en 2020	16,1	États-Unis, en 2021	12,7
Koweït, en 2020	16,0	Luxembourg, en 2021	12,3
Finlande, en 2021	15,6	Taipei chinois, en 2020	11,4

Source : Agence Internationale de l'énergie

En France : 7,0 MWh/ha, en 2021, au Japon : 7,7 MWh/ha, en 2021, en Russie : 6,8 MWh/ha, en 2020, en Allemagne : 6,6 MWh/ha, en 2021, en Chine : 5,3 MWh/ha, en 2020, en Inde : 0,9 MWh/ha, en 2020.

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

	Énergies fossiles	Hydraulique	Nucléaire	Autres renouvelables
Monde, en 2020	61,3 %	16,6 %	10,0 %	12,1 %
Union européenne, en 2018	40,8 %	10,6 %	25,2 %	24,4 %
États-Unis, en 2021	60,6 %	6,5 %	18,6 %	14,3 %
Chine, en 2020	66,6 %	17,5 %	4,7 %	11,2 %
Inde, en 2020	77,0 %	10,4 %	2,7 %	9,9 %
France, en 2021	8,6 %	11,4 %	68,4 %	11,7 %

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.

	en kg			
Combustible	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 SO_2, 39 % des émissions de CO_2 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 2020 ou 2021				
	28,7 %	36,0 %	20,8 %	22,1 %
Part des différentes énergies renouvelables				
Hydroélectricité	57,8 %	32,1 %	31,2 %	49,4 %
Biomasse	9,3 %	21,1 %	8,0 %	9,0 %
Géothermie	1,2 %	0,6 %	2,1 %	0,1 %
Éolien	20,7 %	31,9 %	42,3 %	28,9 %
Solaire	10,9 %	10,8 %	16,4 %	11,8 %
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 2022, et ( ) part dans la production d'électricité du pays. Monde : 4 334 TWh (14,9 %), Union européenne : 277 TWh (10,0 %).

en TWh

Chine	1 303 (14,7 %)	Inde	175 (9,4 %)
Canada	398 (60,3 %)	Norvège	128 (87,1 %)
Brésil	427 (63,1 %)	Japon	75 (7,3 %)
États-Unis	259 (5,7 %)	Suède	70 (40,5 %)
Russie	198 (17,0 %)	Turquie	67 (20,6 %)

Source : Energy Institute 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 m^3, pour une puissance de 18 200 MW. Le volume de réservoir le plus important - 169 milliards de m^3- 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 2018, 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 2022 et ( ) fourniture d'électricité, en 2022.
Monde : 1 053 115 MWc (1 322,6 TWh), Union européenne : 200 541 MWc (207,2 TWh).

en MWc et ( ) en TWh

Chine	393 127 (427,7)	Italie	25 083 (27,5)
États-Unis	113 015 (206,2)	Pays Bas	22 590 (17,7)
Japon	78 833 (102,4)	Corée du Sud	20 975 (27,0)
Allemagne	66 554 (60,8)	Espagne	20 518 (33,8)
Inde	63 146 (95,2)	Vietnam	18 474 (26,4)
Australie	26 792 (38,8)	France	17 419 (20,1)

Source : Energy Institute 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 m^2.

Installations cumulée de solaire thermique, dans l'Union européenne, fin 2022. Total : 58,8 millions de m² soit une puissance équivalente de 41 174 MWth.

	Surface, en millions de m²	Puissance équivalente, en MWth
Allemagne	22,4	15 690
Grèce	5,4	3 809
Italie	5,0	3 498
Autriche	4,6	3 225
Espagne	4,5	3 154
France (y compris l'outre mer)	3,6	2 551
Pologne	3,4	2 384

Source : Observ'ER

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

Dans le monde, la puissance totale en opération de solaire thermique est, fin 2020, de 501 000 MWth dont 364 000 MWth en Chine, 20 015 MWth en Inde, 18 400 MWth en Turquie, 18 220 MWth au Brésil, 18 000 MWth aux États-Unis.

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 2020. Monde : 14 075 MWe, Union européenne : 1 157 MWe.

en MWe

États-Unis	2 587	Mexique	906
Indonésie	2 131	Kenya	824

Philippines	1 928	Italie	797
Turquie	1 613	Islande	756
Nouvelle Zélande	984	Japon	525

Source : Energy Institute Statistical Review of World Energy

En 2018, dans l'Union européenne, la production d'électricité d'origine géothermique est de 6 658 GWh dont 6 105 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 2020. Total : 2 186 MWth de puissance installée.

en puissance installée en MWth

France	658	Autriche	105
Allemagne	344	Roumanie	88
Pays Bas	298	Pologne	62
Hongrie	256	Suède	44
Italie	173	Danemark	33

Source : Observ'ER

Pompes à chaleur, dans l'Union européenne, fin 2020. Total : 41,931 millions d'unités dont 40,146 millions d'unités de pompes aérothermiques.

en milliers d'unités

	Total	Pompes aérothermiques	Pompes géothermiques
Italie	17 966	17 950	16
France	8 653	8 445	208
Espagne	4 562	4 558	3
Suède	2 003	1 442	561
Portugal	1 939	1 938	1
Allemagne	1 290	879	411

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/an.

Production brute de chaleur, à partir de biomasse solide, en 2021, dans l'Union européenne. Total : 13 156 millions de tep.

en millions de tep

Suède	2,747	Allemagne	0,662
Finlande	2,080	Lituanie	0,562
Danemark	1,717	Pologne	0,457
France DOM compris	1,295	Pays Bas	0,386
Autriche	1,116	Italie	0,385

Source : Observ'ER

Production brute d'électricité, à partir de biomasse solide, en 2021, dans l'Union européenne. Total : 93,0 TWh.

en TWh

Finlande	12,7	Pologne	6,4
Suède	11,2	Espagne	5,1
Allemagne	10,9	Italie	4,5
Pays Bas	7,9	France DOM compris	4,3
Danemark	7,1	Autriche	3,9

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 2021, production d'énergie primaire et ( ) production d'électricité. Union européenne : 9 299 ktep (19 573 GWh).

en ktep et ( ) en GWh

Allemagne	3 148 (5 804)	Danemark	466 (971)
France	1 257 (2 128)	Belgique	398 (936)
Pays Bas	866 (2 808)	Finlande	366 (582)
Italie	830 (2 308)	Espagne	283 (855)
Suède	737 (1 813)	Autriche	205 (354)

Source : Observ'ER

Biocarburants

(voir le focus : pétrole) :

Production mondiale : en 2022. Monde : 4 273,9 pétajoules, Union européenne : 631,4 pétajoules.

en pétajoules

États-Unis	1 626,6	Argentine	99,4
Brésil	914,5	Pays Bas	86,8
Indonésie	389,6	Thaïlande	80,6
Chine	148,4	France	78,1
Allemagne	137,7	Espagne	69,8

Source : Energy Institute Statistical Review of World Energy

Consommation destinée aux transports, en 2021, dans l'Union européenne.

en ktep

	Total	Bioéthanol	Biodiesel	Biogaz
Union européenne	17 136	3 010	13 699	427
Allemagne	2 984	735	2 167	83
France	2 898	710	2 186	2
Italie	1 552	27	1 388	136
Espagne	1 551	141	1 410	0
Suède	1 452	117	1 222	113

Pologne	1 120	208	912	0
Belgique	725	119	607	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 2021, dans l'Union européenne. Total : 14 929 ktep.

en ktep

Allemagne	7 518	Pays Bas	428
Italie	2 078	Espagne	326
France	1 404	Pologne	319
Danemark	626	Belgique	246
République tchèque	591	Suède	195

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 2021, dans l'Union européenne. Total : 52 603 GWh dont 11 686 GWh dans des centrales électrique seules et 40 918 GWh par des centrales fonctionnant en cogénération.

en GWh

Allemagne	29 995	Espagne	979
Italie	8 124	Belgique	976
France	3 154	Pays Bas	815
République tchèque	2 593	Danemark	613
Pologne	1 307	Autriche	602

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'entrainement des turbines qui produisent l'électricité.

Puissance installée, fin 2022 et ( ) fourniture d'électricité, en 2022. Monde : 898 824 MW (2 104,8 TWh), Union européenne : 205 008 MW (420,5 TWh).

en MW et ( ) en TWh

Chine	365 965 MW (762,7 TWh)	Royaume Uni	28 537 MW (80,2 TWh)

États-Unis	140 862 MW (439,2 TWh)	Brésil	24 163 MW (81,6 TWh)
Allemagne	66 315 MW (125,3 TWh)	France	21 120 MW (38,0 TWh)
Inde	41 930 MW (70,0 TWh)	Canada	15 295 MW (37,5 TWh)
Espagne	29 308 MW (62,7 TWh)	Suède	14 557 MW (32,6 TWh)

Source : Energy Institute 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	2020
Puissance éolienne mondiale	6 115	17 684	59 235	94 091	160 084	238 967	319 907	468 989	733 276

Source : Energy Institute Statistical Review of World Energy

SITUATION FRANÇAISE

Production d'énergie primaire : en 2022.

en TWh

Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité renouvelables	Électricité nucléaire	Énergie thermique et déchets renouvelables	Total
0	9,6	0,2	104,7	893,1	241,6	1249,2

Source : Bilan énergétique, données provisoires, Ministère de la transition écologique et solidaire

Consommation d'énergie primaire : en 2021.

en TWh

Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité hydraulique, éolienne et photovoltaïque	Électricité nucléaire	ENRt* et déchets	Total
78,224	767,159	430,414	111,458	1107,191	264,103	2758,549

Source : Bilan énergétique, données provisoires, Ministère de la transition écologique et solidaire

*: ENRt : énergie renouvelable thermique.

Commerce extérieur : pour les divers combustibles ou sources d'énergie, en 2020.

en millions de tep

	Total	Charbon, lignite	Pétrole et produits pétroliers	Gaz naturel	Électricité	ENRt et déchets
Exportations	27,772	0,008	13,264	8,170	5,540	0,790
Importations	124,958	5,089	78,042	41,290	1,686	1,670

Source : Bilan énergétique, données provisoires, Ministère de la transition écologique et solidaire

Taux d'indépendance énergétique : 50,3 %, en 2022.

Facture énergétique, en 2022 : 116,3 milliards d'euros. Le maximum précédent avait été atteint en 2012 avec 71,760 milliards d'euros.

Consommation énergétique par secteur, sur un total de 2571,1 TWh, en 2020 :

en TWh

Branche énergie	934,3
Résidentiel, tertiaire	700,9
Transport	442,9
Industrie	295,8
Agriculture, pêche	50,6
Usage non énergétique (chimie)	146,6

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

Électricité

En 2022.

Production : 445,7 TWh (TéraWh = 10^{12} Wh), dans des :

- Centrales thermiques nucléaires : 279 TWh.
- Autres centrales thermiques : 49,3 TWh.
- Centrales hydrauliques : 49,6 TWh (voir le chapitre eau).
- Éolien : 38,7 TWh.
- Solaire : 18,6 TWh.
- Bioénergies : 10,1 TWh
- Marées : 0,5 TWh.
- Géothermie : 0,004 TWh.

Consommation finale : 426,8 TWh.

Commerce extérieur :

- Exportations : 37,5 TWh.
- Importations : 52,5 TWh.

Échanges transfrontaliers d'électricité, en 2019.

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 338,457 TWh, en 2021.

en TWh

Bois	127,741	Solaire photovoltaïque	14,603

Hydraulique, hors pompage	57,967	Biogaz	15,664
Éolien	36,979	Géothermie	4,263
Pompes à chaleur	42,793	Solaire thermique	1,294
Biocarburants	22,115	Énergie marémotrice	0,484
Déchets renouvelables	14,555		

Source : Bilan énergétique, données provisoires, 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, en 2021, de 37,0 TWh, avec une puissance installée, fin septembre 2022, de 20,0 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 2022, 982 installations fonctionnent avec une puissance de 576 MW. En 2021, injecté dans le réseau de gaz naturel pour 36 %, utilisé à 37 % en chaleur et 27 % en électricité.

Solaire : le solaire thermique couvre 2,82 millions de m². Pour le photovoltaïque, fin septembre 2022, la puissance installée est de 15 847 MW, avec une production, en 2021, de 15,092 TWh.

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 m^3/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 (H_2S, CO_2) 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'Haÿ les Roses, le forage offre une température en tête de puits de 72,6°C avec un débit de 560 m^3/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 2020 :

- Consommation d'électricité renouvelable : 10 056 ktep.
- Consommation d'énergie thermique renouvelable : 14 230 ktep.
- Consommation de biocarburants : 2 903 ktep, par origine, en 2018 :
    - Biodiesel : 2 348 ktep.
    - Bioéthanol : 555 ktep.

Carte d'implantation des centrales thermiques non nucléaires et hydrauliques
(d'après un document EDF, que nous remercions)

Pour une mise à jour des centrales d'EDF voir selon ce lien.

Les centrales nucléaires en France : situation en 2021
(en 2020, les 2 réacteurs de la centrale de Fessenheim ont été arrêtés)

Filière de réacteur
Réacteur uranium naturel et graphite-gaz
Réacteur Gaz - eau lourde
Réacteur à neutrons rapides
Réacteur à Eau ordinaire sous Pression (REP) refroidissement circuit ouvert
Réacteur à Eau ordinaire sous Pression (REP) refroidissement circuit fermé, tours
Usine de retraitement
Stockage de déchets
le centre de Morvilliers est une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE)
Situation des unités
Installées (1ère divergence réalisée) :
59 unités, 63 363 MWe
Déclassées :
12 unités, 3 853 MWe
Palier REP standardisé
REP 900 MWe (34 tranches)
REP 1 300 MWe (20 tranches)
N4 1 450 MWe (4 tranches)
Source : Observatoire de l'Energie