

PETROLE 2019

Le pétrole représente, en 2019, 33,1 % de la consommation mondiale d'[énergie primaire](#), 38,4 % dans l'Union européenne, 32,5 %, en France. De plus c'est la principale matière première de la chimie organique.

Origine

C'est un mélange de nombreux hydrocarbures provenant de la décomposition d'organismes marins vivant il y a plusieurs millions d'années. La composition du pétrole dépend du lieu d'où il est extrait : il y a actuellement une centaine de bruts différents sur le marché pétrolier. On distingue trois catégories d'hydrocarbures présents dans les fractions du pétrole brut distillant entre 20 et 200°C : les alcanes ou paraffines (18 à 65 %), les cycloalcanes ou naphènes (25 à 90 %) et des composés aromatiques (jusqu'à 15 %). Il n'y a pas d'alcènes (oléfines) ni d'alcynes. D'autres éléments sont souvent présents dans le pétrole : le [soufre](#), l'[azote](#), des métaux. Il contient très peu d'[oxygène](#). On nomme les pétroles en fonction de leur densité (d) par rapport à l'eau : légers si $d < 0,8$ et lourds si $d > 1$.

Productions

Les données statistiques ont été évaluées en prenant les équivalences suivantes : 1 baril = 159 litres = 0,14 t, 1 baril/jour = 49,8 t/an et 1 tep = 42 GigaJoules.

Dans le monde, en 2019, production de pétrole brut : 4 484 millions de tonnes, dont OPEP : 1 680 millions de t, Union européenne : 72 millions de tonnes.

en millions de tonnes de pétrole brut

États-Unis	747	Émirats Arabes Unis	180
Russie	568	Iran	161
Arabie Saoudite	557	Brésil	151
Canada	275	Koweït	144
Irak	234	Nigeria	101
Chine	191	Mexique	95

Source : *BP Statistical Review of World Energy*

Les États-Unis sont devenus, en 2017, les premiers producteurs mondiaux.

La Norvège et le Royaume-Uni produisent plus de 82 % du pétrole d'Europe (hors Russie) grâce aux gisements de la mer du Nord.

Principaux producteurs : en 2019.

en millions de t

Saudi Aramco (Arabie Saoudite)	493	ExxonMobil (États-Unis)	119
Rosneft (Russie)	234	BP* (Royaume Uni)	110
Iraq National Oil Co. (Irak)	228	Petrobras (Brésil)	108
National Iranian Oil Co. (Iran), en 2017	193	Chevron (États-Unis)	93
CNPC (Chine)	181	Shell (Royaume Uni/Pays Bas)	91
Abu Dhabi National Oil Co.	152	Petroleos Mexicanos (Mexique)	84

* : BP détient 19,75 % de la société russe Rosneft. Cette part de la production de Rosneft n'est pas prise en compte.

Les principaux producteurs sont des compagnies détenues par les États des principaux pays producteurs.

Commerce international : il a porté, en 2018, sur 3 553 millions de t de pétrole brut, soit 75 % de la production.

Principaux pays exportateurs : en 2019.

en millions de t de pétrole brut			
Russie	267	Norvège	61
Canada	218	Mexique	48
États-Unis	173	Royaume Uni	46
Kazakhstan	70	Colombie	33
Bésil	61	Azerbaïdjan	31

Source : ITC

Les exportations russes sont principalement destinées à 26 % à la Chine, 17 % aux Pays Bas, 7 % à l'Allemagne.

Principaux pays importateurs : en 2019.

en millions de t de pétrole brut			
Chine	506	Pays Bas	96
États-Unis	378	Allemagne	86
Inde	220	Espagne	66
Japon	147	Italie	62
Corée du Sud	143	France	51

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent principalement à 16 % d'Arabie Saoudite, 14 % de Russie, 10 % d'Irak, 9 % d'Angola.

Réserves : prouvées fin 2019. Monde : 244 600 millions de t, dont OPEP : 171 800 millions de t, Union européenne : 700 millions de t :

en millions de t			
Venezuela	48 000	Russie	14 700
Arabie Saoudite	40 900	Koweït	14 000
Canada	27 300	Émirats Arabes Unis	13 000
Iran	21 400	États-Unis	8 200
Irak	19 600	Libye	6 300

Source : BP Statistical Review of World Energy Les réserves prouvées au 31 décembre 2019 représentent 50,0 années d'exploitation (au rythme de 2019), mais les prospections pétrolières et l'évolution des techniques de forage permettent de découvrir de nouvelles réserves chaque année. Les réserves ultimes sont aujourd'hui estimées à 300 000 millions de t (ce qui représente 68 années

d'exploitation au rythme actuel). Il est à noter qu'en 1978, les réserves prouvées ne représentaient que 28 ans de production. Toutefois, les combustibles fossiles, dont le pétrole, étant consommés 100 000 fois plus vite qu'ils ne se forment, l'épuisement de cette ressource est inéluctable.

Les réserves du Canada sont principalement, avec 24,4 millions de t, sous forme de sables bitumineux. Celles du Venezuela sont en grande partie, avec 41,9 millions de t, constituées par le pétrole extra-lourd de la Ceinture de l'Orénoque.

Raffinage

Le raffinage a pour objet de séparer et d'améliorer les produits composant le pétrole de façon à répondre à la demande en différents produits pétroliers à partir de bruts de compositions variables. En particulier, il est nécessaire de transformer des produits lourds en produits légers pour alimenter le marché des carburants.

Distillation : elle est effectuée après le dégazage, qui a lieu sur les lieux d'extraction, et le dessalage qui permet d'éliminer l'eau salée émulsionnée dans le pétrole qui pourrait endommager les installations de raffinage en formant [HCl](#). Une première distillation sous pression atmosphérique entre 70°C et 370 à 380°C, permet de recueillir différentes fractions :

- à 70°C : une fraction légère dont on extrait par la suite du gaz (méthane, éthane, propane et butane) et une essence légère composée d'alcane en C5 et C6,
- entre 70°C et 220°C : deux fractions dites essence et naphtha,
- puis une fraction kérosène qui sera transformée en carburacteur et en divers solvants,
- une fraction gazole, destinée au carburant gazole et au fioul domestique,
- à 370 ou 380°C : on récupère en fond de colonne les résidus dits « atmosphériques ».

Ces résidus distillés sous pression réduite entre 70°C et 350°C donnent :

- à 70°C : le gazole lourd, destiné à être craqué pour donner des essences,
- des fractions intermédiaires ou fiouls lourds destinées aux bateaux et aux usines électriques,
- à 350°C : des résidus, dont on tire les bitumes.

Capacités mondiales de distillation : fin 2019. Monde : 5 047 millions de tonnes/an, Union européenne : 700 millions de tonnes/an.

	en millions de tonnes/an		
États-Unis	945	Japon	166
Chine	807	Arabie Saoudite	141
Russie	335	Brésil	114
Inde	249	Iran	120
Corée du Sud	168	Allemagne	104

Source : BP Statistical Review of World Energy

La capacité de distillation est aussi appelée capacité de raffinage.

Dans l'Union européenne, en 2015, il y a 77 raffineries en fonctionnement, elles étaient 101, en 2007.

Craquage : il consiste à casser les chaînes carbonées des hydrocarbures de la charge pour obtenir des produits plus légers. On distingue :

- Le craquage catalytique des gazoles lourds qui a lieu à 480°C-500°C en présence d'un catalyseur (zéolithe, avec des substitutions cationiques de [terres rares](#), maintenu au sein d'une matrice silice-alumine amorphe). Il permet d'obtenir de l'essence (40 à 60 % de la masse initiale) ayant un indice d'octane supérieur à 90, du gazole et des sous-produits dont un gaz riche en alcènes (propène, butène) que l'on distillera par la suite et du [coke](#) qu'il faut brûler car c'est un poison du catalyseur. Les principales réactions sont les suivantes :

Type de réaction	Exemples
alcane = alcane + alcène	$C_6H_{14} = C_3H_8 + C_3H_6$
alcène = 2 alcènes	$C_6H_{12} = C_3H_6 + C_3H_6$
alkylaromatique = benzène + alcène	$\Phi C_5H_{11} = \Phi H + C_5H_{10}$
alkylaromatique = arylalcène + alcane	$\Phi C_5H_{11} = \Phi C_2H_3 + C_3H_8$
cycloalcane = 2 alcènes	$C_8H_{16} = 2 C_4H_4$
cycloalcane = cyclohexane + 2 alcènes	$C_{10}H_{20} = C_6H_{12} + 2 C_2H_4$

L'apparition d'un carbocation comme intermédiaire réactionnel permet en outre un grand nombre d'isomérisations.

- L'hydrocraquage des gazoles lourds qui a lieu à 350°C-450°C sous une pression de 100 à 200 bar de H_2 , en présence d'un catalyseur bifonctionnel ([Pt](#) ou [Ni](#) pour l'hydrogénation, zéolithe pour le craquage). Les produits intermédiaires étant hydrogénés au cours du craquage, on n'obtient pas d'alcène, de diène, de coke et moins d'aromatiques que dans la charge. On extrait une essence à faible indice d'octane, du kérosène, du gazole et du fioul domestique. Cette technique impose une désulfuration préalable de la charge pour éviter d'empoisonner le catalyseur d'hydrogénation.
- La viscoréduction qui est un craquage thermique à 470°C-480°C permettant de réduire la viscosité des résidus de distillation. On obtient ainsi des fiouls lourds qui, après avoir été mélangés avec du gazole (pour réduire à nouveau la viscosité), correspondront aux normes. Sans cette opération, la quantité de gazole à ajouter serait très importante.
- La cokéfaction qui est un autre craquage thermique permettant d'obtenir du coke, des distillats liquides recyclables et du gaz de craquage. On favorise aujourd'hui la fabrication des distillats par rapport à celle du coke. Pour l'utilisation du coke de pétrole, voir le chapitre : [carbone](#).

Reformage : il a pour but de transformer une coupe pétrolière à faible indice d'octane (naphta) en une essence à indice d'octane élevé. Pour cela, il est nécessaire d'isomériser des alcanes linéaires en alcanes ramifiés et d'augmenter la teneur en composés aromatiques par déshydrogénation des cycloalcanes ou déshydrocyclisation des alcanes. Cette opération est effectuée de façon catalytique et se rapproche beaucoup du reformage catalytique développé dans la pétrochimie en vue de produire des composés aromatiques et en particulier du [benzène](#) (voir ce chapitre).

Situation française

En 2019 :

Production française :

En 2019, la France a produit 725 000 t de pétrole brut. La production est en baisse depuis qu'elle a atteint son maximum en 1988 avec 3,36 millions de t. Cette production est répartie entre le Bassin Parisien (58 %), l'Aquitaine (41 %) et l'Alsace (0,5 %). Les principaux exploitants sont [Vermilion Rep](#) (ex-Esso) et [International Petroleum Corporation](#). Les gisements exploités par Vermilion, sont ceux de Parentis et Cazaux, en Aquitaine et Champotran et Chaunoy, dans le Bassin Parisien, à l'aide 340 puits et, en 2019, une production de 521 000 t et des réserves de 4,9 millions de t. La production de [International Petroleum Corporation](#), société issue du groupe [Lundin Energy](#) a été, en 2019, de 124 500 t, avec des réserves de 2,4 millions de t.

Les réserves françaises sont, au 1^{er} janvier 2019, de 7,7 millions de t.

Au total depuis les débuts de l'exploitation pétrolière, plus de 3 000 puits d'exploration et de production ont été forés.

La loi du 30 décembre 2017 met fin à la production française d'hydrocarbures en 2040.

[Carte des titres miniers d'hydrocarbures au 1^{er} juillet 2019.](#)

Production du groupe Total à l'étranger :

Total est le cinquième groupe pétrolier privé mondial. L'entreprise française mène des activités de recherche et de production dans 40 pays et produit du pétrole et du gaz dans 30 de ces pays.

La production de pétrole brut du groupe Total, en 2019, est de 83 millions de t dont, en millions de t : aux Émirats Arabes Unis : 14,6, en Angola : 10,5, au Nigeria : 9,9, au Congo : 6,6, au Qatar : 5,3, en Norvège : 5,3, au Canada : 4,9, au Royaume Uni : 4,1, en Russie : 4,1, en Libye : 3,9, au Kazakhstan : 3,1, aux États-Unis : 1,8, en Algérie : 1,8, au Danemark : 1,7, au Gabon : 1,5, à Oman : 1,4, en Australie : 1,4...

Importations françaises : de pétrole brut, en 2019, avec un total de 50,282 millions de tonnes, en provenance de :

en %			
Arabie Saoudite	16,7 %	États-Unis	8,3 %
Nigeria	13,6 %	Libye	6,2 %
Kazakhstan	13,3 %	Norvège	5,7 %
Russie	12,6 %	Irak	4,4 %
Algérie	10,2 %	Azerbaïdjan	2,8 %

Source : Direction Générale des Douanes et Droits Indirects

La facture pétrolière d'achat de pétrole brut, représente, en 2019, 21,8 milliards d'euros.

La taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques – TICPE (en 2019, 0,6629 euro/litre sur le supercarburant SP95-E10 et 0,5940 euro/litre sur le gazole, avec une majoration éventuelle, selon les régions) a rapporté, en 2019, 31,9 milliards d'euros, taxe à laquelle il faut ajouter la TVA : 9 milliards d'euros.

Transport du pétrole brut :

La France importe son brut par pétroliers qui arrivent dans les terminaux pétroliers de Marseille-Fos (13), Le Havre-Antifer (76), Nantes-St Nazaire (44) et Dunkerque (59).

Le brut est ensuite acheminé vers les raffineries par oléoduc (ou pipeline), à la vitesse de 7 km/h, sous une pression de 70 bar. Au total le réseau a une longueur de 3 200 km. Il a transporté, en 2012,

22,4 millions de t de pétrole pour les besoins français. Ce réseau dessert également la raffinerie de Cressier, en Suisse.

Les principaux oléoducs sont les suivants :

- [Pipeline Sud Européen](#) » (Total : 35,14 %, ExxonMobil : 22,00 %, SPITP : 15,74 %, Shell : 13,02 %, BP : 12,10 %, P66 : 2,00 %) : en 2015, 7,322 millions de t de brut ont été transportés. Sur les 3 pipelines posés, seul le premier est opérationnel dans sa partie sud en approvisionnant les dépôts de Saint-Quentin-Fallavier (69) et de Gennes (25) ainsi que les raffineries de Feyzin (69) et de Cressier, en Suisse.
- Lavéra (13)-Fos (13)-Strasbourg (67)-Karlsruhe (Allemagne) : 782 km, 10 stations de pompage, diamètre : 86 cm, ouvert en 1962 et partiellement opérationnel.
- Fos (13)-Feyzin (69) : 260 km, 2 stations de pompage, diamètre : 61 cm, ouvert en 1971 et actuellement inerté.
- Fos (13)-Strasbourg (67) : 714 km, 7 stations de pompage, diamètre : 102 cm, ouvert en 1972 et actuellement inerté.
- « Pipeline de l'Île de France » (Total France) : Le Havre (76)-Grandpuits (77) : 260 km, 5 stations de pompage, diamètre : 58 cm, ouvert en 1968 : 4,293 millions de t en 2015.

Stockage :

La France possède des stocks stratégiques qui, par un accord international, doivent correspondre, au moins, à 90 jours des importations de l'année précédente. En 2017, la capacité de stockage de produits pétroliers (brut et produits finis) s'élève à 46 millions de m³ dont 14,4 millions de m³ dans les raffineries et leurs dépôts annexes et 9,2 millions de m³ dans les dépôts souterrains de Manosque.

Capacités françaises de distillation : en 2018, par opérateur, et localisation des raffineries sur un total de 62,3 millions de tonnes par an.

en milliers de tonnes par an

Opérateur	Capacité	Localisation
Total	33 964	Gonfreville (76), Donges (44), Feyzin (69), Grandpuits (77)
Esso SAF	18 900	Port-Jérôme – Gravenchon (76), Fos-sur-mer (13)
Petroineos	9 900	Lavéra (13)
SARA	788	Le Lamentin (Martinique)

Source : Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques

- En 1973, le nombre de raffineries était de 24. En 2005, BP a vendu la raffinerie de Lavera à Ineos. Le 1^{er} avril 2008, Shell, a vendu la raffinerie de Berre (6,3 Mt), fermée en 2015, à LyondellBasell et celle de Petit-Couronne (7,4 Mt), fermée depuis, à Petroplus. Fin 2016, la raffinerie de Provence à La Mède a cessé de distiller du pétrole brut et a été convertie à la production de biocarburants.
- En 2018, 57,3 millions de t de pétrole brut ont été traitées pour produire 56,8 millions de t de produits finis.
- En 2019, les importations de produits raffinés ont été de 45,5 millions de t, les exportations, de 17,4 millions de t.

- En septembre 2020, Total a annoncé l'arrêt de la raffinerie de Grandpuits prévue début 2021, transformée en production de biocarburants, de bioplastiques et de recyclage de plastiques.

Procédés utilisés, en 2017, en France :

	en milliers de t/an de capacités
Distillation atmosphérique	62 800
Reformage catalytique	6 898
Désulfuration des gazoles	32 047
Viscoréduction et craquage thermique	6 059
Craquage catalytique	11 862
Hydrocraquage	4 927
Alkylation des bases essences	1 138
Isomérisation des bases essences	2 514

Source : Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques

Production de produits raffinés dérivés du pétrole, en France, en 2018, sur un total de 55,1 millions de tonnes.

	en millions de tonnes	
Gazole	19,1	Fioul domestique 4,4
Supercarburant	10,9	Kérosène 4,3
Usages non énergétiques (naphta, bitumes, lubrifiants)	8,1	GPL 1,5
Fiouls lourds	5,5	Autres (coke de pétrole...) 1,2

Source : Ministère de la Transition Écologique, Bilan énergétique pour la France

Utilisations

Consommations : en 2019. Monde : 4 445 millions de tonnes, Union européenne : 609 millions de tonnes.

	en millions de tonnes	
États-Unis	842	Corée du Sud 120
Chine	650	Brésil 110
Inde	242	Allemagne 107
Japon	174	Canada 103
Arabie Saoudite	158	Iran 89
Russie	151	Indonésie 77

Source : BP Statistical Review of World Energy

La consommation française de 78,9 millions de t, en 2018, avait atteint un maximum, en 1973, avec 121,5 millions de t.

Secteurs d'utilisation : répartition, en France, en 2019.

Transports	62,3 %	Agriculture	5,1 %
Usages non énergétiques (chimie)	17,6 %	Industrie, hors chimie	3,8 %
Résidentiel – tertiaire	11,2 %	Centrales thermiques	2,3 %

Source : Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques

- En 1973, en France, avant le développement de la production nucléaire d'électricité, la part des transports était de 27 %. En 2016, la consommation dans les transports est réalisée à 83 % par le transport routier, 15 % par l'aviation, 2 % par le ferroviaire.
- En 2018, en France, les transports ont consommé 45,3 millions de t d'équivalent pétrole à 90 % sous forme de pétrole, 7,5 % de biocarburants, 2 % d'électricité, 0,2 % de gaz naturel.
- Le pétrole représente, en 2018, 9,2 % de la consommation d'énergie de l'industrie française, cette part était de 50 %, en 1973.

Consommation de produits pétroliers, en France, en 2018, sur un total de 59,3 millions de tonnes.

en millions de t			
Gazole	33,6	Carburéacteurs	6,8
Fioul domestique	10,4	Fiouls lourds	0,52
Essences	8,0		

Source : UFIP

Les carburants automobiles

Sont concernés : l'essence, le gazole et les biocarburants. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le gaz naturel sont traités dans le chapitre [gaz naturel](#).

Indice d'octane : définitions.

Déterminé en laboratoire, dans un moteur expérimental, il mesure la résistance des carburants à l'auto-allumage et caractérise donc les propriétés antidétonantes des essences. Il est gradué sur une échelle de référence établie par rapport à un mélange, en proportions variables, de 2 hydrocarbures pris comme étalons : 0 pour l'heptane linéaire, 100 pour le 2,2,4-triméthylpentane (ou isooctane). On distingue l'indice IOR (Indice d'Octane Recherche, en anglais RON) mesuré dans des conditions de faible vitesse et en accélération, de l'indice IOM (Indice d'Octane Moteur, en anglais MON) mesuré à grande vitesse. En général, les indices sont donnés en IOR (RON). Les essences n'ont pas, en général, un indice d'octane suffisant, il faut ajouter des additifs. Toutefois, les producteurs de carburants utilisent, de plus en plus, des techniques de raffinage (reformage catalytique, alkylation, isomérisation) qui permettent d'élever l'indice d'octane.

L'essence « plombée » ou super ARS (Anti Récession de Soupapes) :

De 1920 à 1975, les additifs utilisés ont été exclusivement des composés du [plomb](#) : plomb tétraméthyle et surtout plomb tétraéthyle ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4$), à des teneurs, en constante diminution, de 0,6 à 0,1 g/litre d'essence. Le plomb présente l'inconvénient d'être un poison pour les catalyseurs à base de [platine](#) utilisés dans les pots d'échappement pour diminuer la pollution par les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

L'ARS (qui s'est substitué au supercarburant plombé) est progressivement retiré de la vente. Ce carburant est essentiellement dédié aux voitures de collection sous forme d'une fiole d'additifs que l'automobiliste se procure en station-service et ajoute au supercarburant sans plomb 98.

Dans le monde occidental, la consommation de plomb dans ce secteur a atteint son maximum en 1972 : 370 000 t. En 1988, elle était de 96 000 t et est nulle de nos jours.

L'essence sans plomb :

Le super sans plomb a totalement supplanté le super avec plomb.

Les additifs utilisés peuvent être synthétisés à partir de produits chimiques de base : c'est le cas du MTBE, additif le plus employé, ou obtenus à partir de produits agricoles, on parle alors de biocarburants. Le processus de distillation du pétrole et sa transformation en essence, induit la présence de [benzène](#) à des teneurs supérieures à 2 %. Mais à cause de sa forte toxicité (voir le chapitre « [benzène, toluène, xylènes](#) ») sa teneur est légalement limitée à 5 %. Depuis 2000, une étape d'extraction du benzène par distillation permet de ramener sa teneur en dessous de 1 %.

MTBE (méthyltertiobutyléther : $C_4H_9-O-CH_3$) : il est produit par synthèse à partir d'isobutylène et de [méthanol](#). Son indice RON est de 118 et sa teneur dans l'essence peut atteindre 10 % (un ajout de 10 % dans l'essence permet d'augmenter l'indice d'octane de 2 à 2,6 points). Le MTBE peut être remplacé par de l'éthanol.

Le gazole :

Les gazoles commercialisés sont le résultat d'un mélange d'hydrocarbures d'origine pétrolière, de molécules de synthèse (additifs) et éventuellement de composés oxygénés organiques. Ils sont destinés à l'alimentation des moteurs thermiques à allumage par compression. Sa consommation a été, en France, en constante augmentation jusqu'en 2014 au détriment des supercarburants (il représentait 49 % des immatriculations en 2000 et 70,8 % en 2010). Toutefois, depuis 2014, on assiste à un renversement de situation, avec, en 2019, 30 % des nouvelles immatriculations de voitures particulières.

La France a consommé en 2018, 33,6 millions de t de gazole routier.

Marché français des carburants :

Depuis 1980, le nombre de stations-service (16 000 en 2 000) est en baisse constante du fait de la restructuration des réseaux traditionnels. A partir de cette même date, la part des grandes et moyennes surfaces (GMS) dans le réseau de distribution est en constante augmentation. En 2019, sur les 11 193 stations-services françaises, les pétroliers et indépendants en gèrent 5 907 dont Total (y compris Elf et Elan) 3 480, les GMS en comptent 5 286.

En 2018, sur une consommation totale de 49,65 millions de m^3 , hors GPL, le gazole représente 78,9 %, le super sans plomb 95 : 6,8 %, le SP95-E10 : 8,0 %, le super sans plomb 98 : 4,7 %, le carburant E85 (supercarburant contenant de 65 à 85 % d'éthanol) : 0,4 %, le B30 : 0,08.

Les biocarburants : ils sont ajoutés, en proportions variables, à l'essence ou au gazole et peuvent être utilisés purs après adaptation du moteur. En 2014, ils représentent, dans l'Union européenne, une consommation de 14 millions de t équivalent pétrole (Mtep) et, en 2016, de 2,3 Mtep, en France. Afin d'éviter d'utiliser des produits utiles à l'alimentation, la production de biocarburants de deuxième génération, à partir de déchets lignocellulosiques (pailles de céréales, tiges, rafles de maïs, branches...) commence à se développer, avec, en 2015, une production mondiale de 350 000 t. En France, en 2019, le biodiesel représente 81 % de la consommation de biocarburants, le bioéthanol, 19 %.

Production de biocarburants, en 2019 : monde : 91 732 milliers de t d'équivalent pétrole, Union européenne : 14 492 milliers de t d'équivalent pétrole.

milliers de t d'équivalent pétrole

États-Unis	34 711	Chine	2 490
Bésil	22 111	Argentine	2 291

Indonésie	6 125	Thaïlande	2 141
Allemagne	3 187	Pays Bas	1 743
France	2 540	Royaume Uni	1 544

Source : *BP Statistical Review of World Energy*

Éthanol (C₂H₅OH) : produit principalement par fermentation de sucres (1 t de sucre donne 0,51 t d'éthanol et 0,49 t de CO₂) extraits de produits agricoles (betterave, canne à sucre, maïs, blé...). En moyenne, un hectare de betterave donne 96 hL de bioéthanol/an soit 5,06 tep/an et un hectare de céréales donne 30 hL de bioéthanol/an. Il doit être totalement déshydraté et son coût est élevé (il faut 0,9 tep d'énergie pour produire 1 tep d'éthanol), son indice RON est de 120. Toutefois des pays l'utilisent à grande échelle.

Production d'éthanol destiné aux carburants, en 2017. Monde : 1 193 millions d'hL, Union européenne : 62 millions d'hL.

en millions d'hL

États Unis	697	Thaïlande	17
Brésil	311	Argentine	14
Chine	39	France	12
Canada	20	Inde	12

Source : *RFA*

Production d'éthanol destiné aux carburants, dans l'Union européenne, en 2019 sur un total de 3,207 millions de t équivalent pétrole.

en milliers de tep

Allemagne	749	Suède	145
France	653	Espagne	129
Royaume Uni	445	Belgique	106
Pays Bas	199	Roumanie	91
Pologne	183	Finlande	88

Source : *ObservER*

Dans l'Union européenne, en 2018, la production totale d'éthanol a été de 73,0 millions d'hL, dont 18,3 en France, 12,9 en Allemagne, 8,3 au Royaume Uni, 5,3 en Espagne, 3,8 en Pologne, 2,7 en Suède, 2,2 en Hongrie, 2,2 en Autriche, 1,3 en Italie...

Au Brésil, l'éthanol est produit essentiellement à partir de canne à sucre, aux États-Unis, à partir de maïs.

En France, en 2017-18, la production d'éthanol a été de 18,281 millions d'hectolitres (à 53 % à partir de betterave sucrière, 45 % à partir de céréales (blé et maïs), 2 % à partir de raisins). Sur ce volume, 11,3 millions d'hectolitres ont été destinés à un usage de carburant. Pour cet usage, l'éthanol est en partie transformé en ETBE (voir ci-dessous). Toutefois se développe l'introduction directe d'éthanol dans l'essence avec une teneur qui, en France, réglementairement peut atteindre 7 %. Il peut être consommé pur ou à 85 % dans l'essence (superéthanol E85) avec des moteurs adaptés. Les ventes de superéthanol E85, ont été, en 2018, de 183 millions de litres, dans 1 133 stations, en avril 2019. En 2017, en France, 40 % de l'éthanol a été incorporé à l'essence sous forme d'ETBE. Au total, l'incorporation dans l'essence a été, en 2015, de 6,39 %.

Les principaux producteurs de bioéthanol français sont les suivants : [Tereos](#) avec des distilleries à Origny (02), Lillebonne (76), Nesle (02), Bucy (02), Morains (51), Artenay (45) et Lillers (62) ; [Cristal Union](#) à Bazancourt (51), Buchères (10), Toury (28), Saint-Gilles (30), Ay (51) et Arcis-sur-Aube (10), [Roquette](#) à Beinheim (68), [Abengoa Bioenergy](#) à Lacq (65), [St Louis Sucre](#) à Eppeville (80), [Sensient](#) à Strasbourg (67), Sica Vallée du Loing à Souppes-sur-Loing (77).

Les utilisations ont été de 70,6 % dans les carburants, 15,5 % dans l'alimentation, 9,1 % dans l'industrie.

ETBE (éthyltertiobutyléther : C₄H₉-O-C₂H₅) : c'est un composé de nature proche du MTBE, le méthanol étant remplacé par l'éthanol. Son indice RON est de 118 et, en France, sa teneur dans l'essence peut atteindre 15 %. Les capacités de production, en Europe, sont de 5,7 millions de t/an à 50 % à partir de bioéthanol. En France, fabrication par [LyondellBasell](#) (n°1 mondial, 3 millions de t/an de capacités de production) à Fos-sur-Mer (750 000 t/an) et par [Total](#) (235 000 t/an), à Gonfreville l'Orcher (76), Feyzin (69) et Mardyck (59). En France, en 2015, la production a été de 107 000 t. La consommation française d'éthanol destiné à élaborer de l'ETBE a été de 3,1 millions d'hL, en 2013.

Esters méthyliques ou biodiesel : on distingue les esters méthyliques issus d'huiles végétales (EMHV), des esters méthyliques issus d'huiles animales (EMHA) et des esters méthyliques issus d'huiles usagées (EMHU). Les EMHV sont obtenu par transestérification à partir d'huile de colza ou de tournesol et de méthanol. 0,9 t d'huile et 0,1 t de méthanol donnent 0,9 t d'ester et 0,1 t de glycérol (voir le chapitre [glycérol](#)). Un hectare donne 3 t de colza, 1,27 t d'huile et 1,17 t d'ester. En France, en 2017, les EMHV représentent 83,5 % des biocarburants incorporés dans le gazole, les EMHU 4,3 %, les EMHA 1,2 %. En 2017, les EMHV consommés en France proviennent des huiles de colza à 75,7 %, de palme à 14,4 %, de soja à 5,5 %, de tournesol à 3,7 %. Par ailleurs, l'hydrotraitement, à l'aide de [dihydrogène](#), d'huiles, principalement de palme, a donné de l'huile hydrogénée (HVO) qui a représenté 11 % des biocarburants incorporés dans le gazole, en France, en 2017.

En 2014, la consommation mondiale est de 29,1 millions de t dont, en 2017, 6,9 millions de t aux États-Unis, 3,9 millions de t au Brésil, 2,7 millions de t en Indonésie, 2,6 millions de t en Argentine, 1 million de t en Thaïlande, 0,6 million de t en Norvège, 0,3 million de t en Chine, 0,2 million de t au Canada. En France, en 2016, la production est de 1,7 million de t.

Consommation de biodiesel destiné aux transports dans l'Union européenne, en 2019. Total : 14,350 millions de tep.

en milliers de tep

France	2 544	Italie	1 246
Allemagne	1 940	Pologne	836
Espagne	1 592	Pays Bas	421
Royaume Uni	1 349	Autriche	414
Suède	1 251	Belgique	353

Source : [Eurobserv'ER](#)

Il est appelé Diester, en France. En France, en 2017, la capacité de production est de 2,080 millions de t/an. Le diester est produit principalement par le groupe [Avril](#), avec une production, en 2018, de 1,4 million de t, en France et 424 000 t à l'international. En France, la production est réalisée à Grand Couronne (76), Venette (60), Sète (34), Le Mériot (10), Montoir (44), Bordeaux (33). L'usine

de Bousens (31) du groupe Cognis travaille à façon 30 000 t/an pour Avril. Il entre jusqu'à 7,7 % dans le gazole des moteurs diesel des véhicules particuliers et peut atteindre 30 % dans les véhicules de flotte captive. En Allemagne, l'utilisation d'huile pure est légale.