

VAPOCRAQUAGE DES HYDROCARBURES 2022

Le vapocraquage est le principal moyen de fabrication des produits intermédiaires de première génération. Comme le craquage catalytique (voir le chapitre sur le [pétrole](#)), il consiste à casser les molécules de la charge, par pyrolyse, pour obtenir des molécules plus petites. De plus, il est réalisé en présence de vapeur d'eau qui sert à diluer les hydrocarbures pour éviter les réactions parasites d'aromatization des cycloalcanes ou de Diels-Alder aboutissant à la formation de goudrons et de [coke](#) par condensation.

On utilise entre 0,25 et 1 tonne de vapeur d'[eau](#) par tonne d'hydrocarbure à craquer.

La charge peut être lourde (gazoles), moyenne (naphta) ou légère (éthane, propane, butane).

Consommations de la pétrochimie mondiale, en 2016 sur un total de 146 millions de t, répartition :

Naphta	43 %	Butane	5 %
Éthane	36 %	Gasoil	3 %
Propane	9 %	Charbon	2 %

Source : *Mitsubishi Chemical Techno-Research, 7 mars 2017*

Consommations de la pétrochimie, en France, en 2021, sur un total de 8,713 millions de t :

en milliers de t

Naphta	5 844	Éthane	3
Butane	1 242	Condensats	0
Gazole	664	Divers	213
Propane	276	Recyclage	471

Source : [Data Lab, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie](#)

Répartition de la consommation de la pétrochimie selon les régions, en 2017, hors gasoil et charbon.

	Nord Amérique	Moyen-Orient	Europe	Chine
Éthane	71 %	66 %	11 %	0 %
Naphta	11 %	15 %	78 %	84 %
Butane-Propane	18 %	19 %	11 %	16 %

Source : [Deloitte, The future of petrochemicals, 2019.](#)

En Europe et en Chine, le naphta est la matière première la plus employée ; aux États-Unis et au Moyen-Orient, l'utilisation des charges légères est majoritaire. Les conditions opératoires et la composition du produit obtenu dépendent de la nature de la charge.

Le tableau ci-dessous donne des exemples de composition du produit obtenu selon la charge utilisée.

composition finale (%) pour diverses charges	éthane	propane	butane	naphta	gazole	gazole lourd
dihydrogène	8,8	2,3	1,6	1,5	0,9	0,8
méthane	6,3	27,5	22,0	17,2	11,2	8,8
éthylène	77,8	42,0	40,0	33,6	26,0	20,5
propylène	2,8	16,8	17,3	15,6	16,1	14,0
butadiène	1,9	3,0	3,5	4,5	4,5	5,3
autres C4	0,7	1,3	6,8	4,2	4,8	6,3

benzène	0,9	2,5	3,0	6,7	6,0	3,7
toluène	0,1	0,5	0,8	3,4	2,9	2,9
C8 aromatiques	-	-	0,4	1,8	2,2	1,9
C8 non aromatiques	0,7	3,6	2,9	6,8	7,3	10,8
fioul	-	0,5	1,7	4,7	18,1	25,0

Productions des vapocraqueurs, en 2021, en France, sur un total de 8,713 millions de t :

en milliers de t			
Éthylène	2 356	Essences de pyrolyse	2 065
Propylène	1 447	Gaz et dihydrogène	1 494
Coupes en C4	995	Fioul lourd	292

Source : [Data Lab, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie](#)

Pyrolyse

La charge, préchauffée, est mélangée à de la vapeur d'eau. L'ensemble passe rapidement (en 0,2 à 1,2 seconde, à 300 m/s) sous 1 bar de pression dans des tubes en [acier](#) hautement allié (25 % [chrome](#) et 20 % [nickel](#)) de 6,5 à 12 cm de diamètre et 10 à 15 m de longueur, situés dans un four dont la température atteint 720 à 850°C en fonction de la charge. Les 200 à 300 tubes situés à l'intérieur du four, sont chauffés extérieurement. Les produits craqués subissent ensuite une trempe indirecte par échangeurs de chaleur à 450°C, puis une seconde, directe, à 200°C, dans un liquide constitué d'hydrocarbures lourds appelé huile de trempe.

Les capacités de production, par four, atteignent 200 000 t/an pour une charge liquide et 250 000 t/an pour une charge gazeuse et par usine, 1,5 million de t/an.

Le dépôt de [coke](#) nécessite, tous les 30 à 60 jours, l'arrêt de la production pendant 2 à 3 jours avec injection d'air à la place de la charge d'hydrocarbures afin de brûler le coke déposé.

Séparation

Les différents produits issus des deux trempes sont ensuite séparés au cours de plusieurs distillations qui se font à basse température. Les produits craqués, refroidis à -120°C, sont distillés dans le déméthaniseur où on extrait le [méthane](#) et le [dihydrogène](#). Les résidus (hydrocarbures C2+) sont distillés dans le dééthaniseur. En tête de colonne (- 33°C) on récupère d'une part l'acétylène (il est hydrogéné en éthane qui est recyclé en début de vapocraquage) et de l'[éthylène](#) (voir ce chapitre) de très haute pureté. Les résidus (hydrocarbures C3+) sont distillés dans le dépropaniseur. En tête de colonne (20°C) on récupère le [propylène](#) (voir ce chapitre). Les résidus (hydrocarbures C4+) sont une nouvelle fois distillés dans le débutaniseur. En tête de colonne (50°C), et après une distillation extractive, on récupère le butadiène. Les résidus, après hydrogénation partielle et extraction, fournissent la coupe aromatique (voir le chapitre "[benzène, toluène, xylènes](#)").

Capacités de production des vapocraqueurs dans le monde

En 2015 et () nombre. Monde, en 2019 : 207,58 millions de t/an de capacités de production d'éthylène (264 vapocraqueurs), Union européenne, en 2019 : 22,320 millions de t/an (43 vapocraqueurs).

en milliers de t/an de capacités de production d'éthylène

États-Unis	28 426 (34)	Iran, en 2017	7 300 (7)
Chine, en 2017	24 200 (27)	Taipei chinois	4 540 (6)
Arabie Saoudite	13 155 (14)	Pays Bas	4 045 (5)
Japon	6 645 (13)	Singapour	3 980 (5)
Allemagne	5 514 (11)	Émirats Arabes Unis	3 550 (3)
Corée du Sud	5 630 (11)	Thaïlande	3 532 (7)
Canada	5 236 (6)	Brésil	3 500 (6)

Source : Oil & Gas Journal, 6 juillet 2015

En 2016, dans le monde, dans 54 pays, il y a 271 vapocraqueurs en fonctionnement.

Localisation des vapocraqueurs en Europe

[Carte](#) des vapocraqueurs et des raffineries en Europe (source : APPE).

Localisation, opérateur, capacités de production d'[éthylène](#) des 10 principales installations de vapocraqueurs dans l'Union européenne, en 2021 :

en milliers de tonnes/an		
Vapocraqueurs	Opérateurs	Capacités et () nombre d'installations
Terneuzen (Belgique)	Dow	1 825 (3)
Geleen (Pays-Bas)	Sabic	1 310 (1)
Anvers (Belgique)	TotalEnergies	1 160 (2)
Anvers (Belgique)	BASF	1 080 (1)
Gelsenkirchen (Allemagne)	BP	1 073 (1)
Wesseling (Allemagne)	LyondellBasell	1 040 (2)
Köln - Worringen (Allemagne)	Ineos	946 (1)
Moerdijk (Pays-Bas)	Shell	910 (1)
Lavéra (France)	Ineos/TotalEnergies	740 (1)
Tarragona (Espagne)	Repsol	702 (1)

Source : APPE

Localisation des vapocraqueurs en France

Localisation, opérateur, capacités de production d'[éthylène](#) des principaux vapocraqueurs français, en 2021 :

en milliers de tonnes/an		
Vapocraqueurs	Opérateurs	Capacités
Lavéra (13)	Naphtachimie ¹	740
Gonfreville (76)	TotalEnergies	525
Aubette (Berre) (13)	LyondellBasell	470
Notre Dame de Gravenchon (76)	ExxonMobil	425
Dunkerque (59)	Versalis (ENI)	380
Feyzin (69)	A.P. Feyzin ²	250

Source : APPE

¹ Naphtachimie : 50 % Ineos - 50 % TotalEnergies

² A.P. Feyzin : 57,5 % TotalEnergies - 42,5 % Ineos