

Ethylbenzène, styrène

Origine

L'éthylbenzène et le styrène sont deux composés aromatiques. L'éthylbenzène est présent dans les essences de reformage aux côtés des [xylènes](#) (voir le chapitre « [benzène, toluène, xylènes](#) ») mais son extraction n'est pas toujours rentable. On préfère, en général, le synthétiser à partir du [benzène](#) et de l'[éthylène](#), cette synthèse représentant 99 % de la production. Son débouché, à 98 %, est le styrène, qui n'existe pas à l'état naturel.

Fabrication industrielle

Synthèse de l'éthylbenzène :

La synthèse a lieu par alkylation du benzène par l'éthylène :

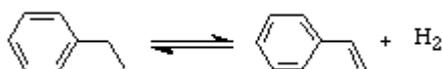


Cette réaction exothermique ($\Delta_r H^\circ = -113,3$ kJ/mol à 25°C) nécessite une catalyse par un acide de Lewis. Les procédés les plus anciens utilisent le [trichlorure d'aluminium](#) AlCl_3 , la réaction ayant lieu en phase liquide, à 180°C, sous une pression de 9 bar. Le taux de conversion est de l'ordre de 40 à 45 %, l'éthylène et le benzène sont recyclés après séparation et les dérivés polyalkylés (diéthylbenzène (15 %)...) subissent une reconversion (par transalkylation avec le benzène).

Des procédés plus récents (Mobil Badger...) utilisent des zéolithes pour catalyser la réaction en phase gazeuse. La réaction a lieu entre 400 et 450°C sous 20 à 30 bar. Le catalyseur doit être régénéré toutes les 6 à 8 semaines, en brûlant le coke formé. Pour cette raison, deux réacteurs fonctionnent en parallèle. Alternativement l'un produit de l'éthylbenzène pendant que dans l'autre le catalyseur est régénéré, cette opération durant 36 h. En 2012, environ 1/3 des unités de production utilisent ce procédé.

Synthèse du styrène :

Près de 80 % de la production de styrène provient de la déshydrogénation de l'éthylbenzène :



Cette réaction endothermique ($\Delta_r H^\circ = 123,5$ kJ/mol à 625°C) est accompagnée de diverses réactions parasites (formation de [benzène](#), toluène, pyrènes, phénylacétylène...). La déshydrogénation étant favorisée par des températures élevées et des faibles pressions, on travaille vers 650°C en présence de vapeur d'eau pour abaisser les pressions partielles. L'éthylbenzène est préchauffé vers 500°C, puis mélangé à de la vapeur d'eau à 700 ou 750°C dans un rapport de 1 pour 1,2 à 2,2. Le mélange obtenu est dirigé sur le premier lit catalytique : la plupart des procédés utilisent des catalyseurs à base d'oxyde de fer III, avec des teneurs de 10 % en K_2O . Après réchauffage, le mélange est dirigé vers un second lit catalytique : on obtient alors 60 à 70 % en masse de styrène que l'on sépare, puis purifie à 99,7 % et auquel on ajoute des inhibiteurs de polymérisation (dérivés nitrés ou nitrosés du [phénol](#)) pour le stockage (tertiobutylcatéchol à 10

ppm). Les principales impuretés sont l'éthylbenzène (0,05 %) et le méthylstyrène (0,04 %). La consommation est, par tonne de styrène, de 0,79 t de benzène et 0,29 t d'éthylène.

Le styrène peut aussi être obtenu par coproduction lors de la synthèse de l'[oxyde de propylène](#). Celle-ci est effectuée à partir du [propylène](#) et de l'hydroperoxyde de 1-phényléthyle et amène à la formation d'alcool alpha-méthylbenzylique qui, par déshydratation, donne du styrène.

L'hydroperoxyde de 1-phényléthyle étant lui-même formé, par oxydation de l'éthylbenzène.

[LyondellBasell](#), [Repsol](#) et [Shell](#) produisent ainsi du styrène. En 2013, ce mode de fabrication représente 20,4 % des capacités mondiales de production.

Capacités de production, en 2013, selon les deux modes de fabrication.

	en milliers de t/an de capacités de production		Total
	À partir de l'éthylbenzène	À partir de l'oxyde de propylène	
Amérique du Nord	4 697	1 270	5 967
Amérique du Sud	540	0	540
Europe	3 355	2 100	5 455
Moyen Orient et Afrique	2 975	0	2 975
Asie du Nord-Est	13 008	2 145	15 153
Asie du Sud-Est	1 400	1 150	2 550
Total	25 975	6 665	32 640

Source : Argus

En 2018, les capacités de production mondiales sont de 36,7 millions de t/an dont 9,9 millions de t/an en Chine.

Productions

Éthylbenzène :

La production mondiale est, en 2018, de 32,1 millions de t, celle de l'Union européenne, en 2023, de 2,466 millions de t dont 858 968 t aux Pays Bas.

Commerce international : en 2023.

Principaux pays exportateurs sur un total de 464 025 t.

en tonnes			
Belgique	216 795	Allemagne	37 566
République tchèque	123 743	France	21 657
Royaume Uni	54 019	Pays Bas	6 739

Source : ITC

Les exportations belges sont destinées quasi totalement aux Pays Bas.

Principaux pays importateurs sur un total mondial de 421 291 t.

en tonnes			
Pays Bas	264 628	États-Unis	6 150
Pologne	123 705	Italie	5 257
Belgique	14 524	Allemagne	2 075

Source : ITC

Les importations des Pays Bas proviennent à 76 % de Belgique, 15 % du royaume Uni, 12 % d'Allemagne.

Les principaux producteurs, en 2017, sont [Ineos Styrolution](#) avec 7,1 % de part de marché, [Shell](#) avec 6,7 %, [Sinopec](#) avec 6,2 %.

Styrène : productions, en 2018. Monde : 31 millions de t, Union européenne, en 2023 : 3,166 millions de t.



en milliers de t

Chine	7 680	Pays Bas, en 2023	1 551
États-Unis	4 210	Taipei chinois	2 111
Corée du Sud	3 117	Japon	2 008

Source : APIC et Eurostat

En 2014, la production de l'Allemagne était de de 709 447 t.

En 2018, les capacités mondiales de production sont de 36,7 millions de t/an. Les capacités de production de l'Amérique du Nord sont de 5,925 millions de t/an, celles de l'Europe de 6,2 millions de t/an, celles de la Chine de 9,9 millions de t/an, celles de la Corée du Sud de 3 millions de t/an, celles de Taipei chinois de 2,030 millions de t/an, celles du Japon de 1,949 million de t/an, celles de Singapour de 1,570 million de t/an.

Commerce international : en 2023.

Principaux pays exportateurs sur un total mondial de 8,450 millions de t.

en milliers de t

États-Unis	1 687	Belgique	406
Arabie Saoudite	1 422	Canada	402
Pays Bas	1 254	Chine	366
Singapour	600	Japon	340
Koweït	494	Espagne	336

Source : ITC

Les exportations des États-Unis sont destinée à 36 % au Mexique, 23 % aux Pays Bas, 14 % au Brésil, 7 % à la Colombie.

Principaux pays importateurs sur un total mondial de 8,282 millions de t, en 2022.

en milliers de t

Inde	1 070	Turquie	619
Chine	790	Allemagne	537
Corée du Sud	775	États-Unis	403
Belgique	764	Mexique	346
Pays Bas	670	Brésil	216

Source : ITC

Les importations indiennes proviennent à 32 % du Koweït, 29 % de Singapour, 23 % d'Arabie Saoudite, 11 % de Corée du Sud.

Principaux producteurs de styrène : en 2018.

en milliers de t/an de capacités de production

Sinopec	2 300	Formosa Plastics Group	1 320
Ineos Styrolution , en 2021	2 230	PetroChina	1 290
LyondellBasell	2 170	Sabic	1 150
TotalEnergies	1 910	Americas Styrenics	1 020
Shell	1 750	New Solar Group (China)	1 020

Sources : HDIN Research et rapports des sociétés

- Les unités de production de [Ineos Styrolution](#) sont situées aux États-Unis, au Texas, à Bayport (Pasadena) avec 779 000 t/an de styrène et 870 000 t/an d'éthylbenzène et Texas City avec 450 000 t/an de styrène, en Belgique, à Anvers avec 500 000 t/an de styrène et au Canada, dans l'Ontario, à Sarnia avec 455 000 t/an de styrène.
- Les capacités de production de [LyondellBasell](#) sont situées sur 3 sites dans des joints venture. Avec [Mubadala Investment](#) (Abu Dhabi) et [BASF](#) à Channelview, au Texas, États-

Unis, avec 740 000 t/an en propre, [Covestro](#) (ex-[Bayer](#)) 50/50 à Maasvlakte, près de Rotterdam, aux Pays-Bas avec 340 000 t/an en propre et avec 27 % d'une joint venture avec [ZRCC](#) (Sinopec) à Ningbo, en Chine avec 350 000 t/an en propre. Une nouvelle unité de production, prévue pour 2022, est en construction à Ningbo dans le cadre d'une joint venture 50/50 avec Sinopec avec une capacité de production de 300 000 t/an d'oxyde de propylène et 600 000 t/an de styrène.

LyondellBasell présente la particularité de coproduire du styrène avec l'oxyde de propylène.

- [TotalEnergies](#) produit du styrène, en France, à Gonfreville (76), avec 680 000 t/an, en Corée du Sud à Daesan, en association 50/50 avec Hanwha avec 503 000 t/an en propre, aux États-Unis, à Carville, en Louisiane, en joint venture 50/50 avec [Sabic](#), avec 595 000 t/an en propre.
- [Shell](#), produit du styrène, à Scotford, dans l'Alberta, au Canada, avec 475 000 t/an, à Singapour avec 1,069 million de t/an, en joint venture 50/50 avec [BASF](#) dans Ellba, à Moerdijk, aux Pays Bas avec 815 000 t/an en propre et en joint venture 50/50 avec [CNOOC](#), à Huizhou, province de Guangdong, en Chine avec 650 000 t/an en propre.
- [Trinseo](#) (ex-Dow Chemical) produit du styrène en Europe, en Allemagne à Boehlen, avec 300 000 t/an et aux Pays Bas, à Terneuzen, avec 500 000 t/an et aux États-Unis au travers d'une joint-venture 50/50, [Americas Styrenics LLC](#), avec [Chevron Phillips Chemicals](#) qui exploite une usine à St James, en Louisiane, d'une capacité totale de 950 000 t/an de styrène.

Situation française

Production : les capacités de TotalEnergies, à Gonfreville (76) sont de 680 000 t/an de styrène.

Exportations : en 2023

- Éthylbenzène : 21 765 t vers la Belgique à 54 %, les États-Unis à 29 %, les Pays Bas à 16 %.
- Styrène : 241 323 t vers la Finlande à 33 %, l'Allemagne à 27 %, la Belgique à 20 %, les Pays Bas à 13 %, le Royaume Uni à 4 %.

Importations : en 2023.

- Éthylbenzène : 47,4 t à 93 % de Belgique, 3 % des États-Unis.
- Styrène : 195 796 t des Pays Bas à 51 %, de Belgique à 24 %, d'Allemagne à 16 %.

Utilisations

Consommation d'éthylbenzène : 32,1 millions de t, en 2019.

Consommation de styrène : en 2019, dans le monde, elle a été de 31 millions de t. En 2018, la consommation chinoise a été de 10,869 millions de t, en 2018, celle de la Corée du Sud de 2,534 millions de t, celle de Taipei chinois de 1,880 million de t, celle du Japon de 1,481 million de t, celle d'Inde de 885 000 t totalement importées. En 2017, la consommation des États-Unis a été de 3,3 millions de t.

Répartition de la consommation de styrène, en 2019.

Chine	34 %	Europe	16 %
Autres pays d'Asie	29 %	Amériques	16 %

Source : IHS Markit

Secteurs d'utilisation de l'éthylbenzène

En 2019, il est utilisé à plus de 98 % pour produire du styrène. Moins de 2 % de la production est utilisée principalement comme solvant de peintures mais aussi dans la production diéthylbenzène, acétophénone, éthylantraquinone.

Secteurs d'utilisation du styrène

En 2019, dans la monde

Polystyrène cristal et choc	34 %	Résines de polyesters insaturés	6 %
Polystyrène expansé	22 %	Copolymères styrène-butadiène	5 %
Résines ABS et SAN	18 %	Caoutchoucs SBR	4 %

Source : IHS Markit

La fabrication de polymères représente donc près de 90 % des débouchés du styrène.

- L'[ABS](#) (Acrylonitrile-Butadiène-Styrene) est un copolymère de l'acrylonitrile, du butadiène et du styrène, obtenu par greffage, en émulsion d'acrylonitrile et de styrène sur du polybutadiène.
- Le [SAN](#) (Styrene-AcryloNitrile) est le copolymère du styrène et de l'acrylonitrile, polymérisé en émulsion.
- Le [SBR](#) est un caoutchouc Styène-Butadiène.

En utilisation finale : en 2016, dans le monde.

Électronique	30 %	Construction	22 %
Emballages	29 %	Transport	3 %

Source : IHS Markit