

# OXYDE D'ETHYLENE, ETHYLENEGLYCOL 2019

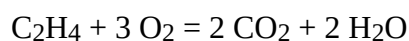
## Présentation

L'oxyde d'éthylène (époxyéthane ou oxirane) possède comme formule brute  $C_2H_4O$ . Il s'hydrolyse pour donner le monoéthylèneglycol (éthane-1,2-diol), ou MEG, de formule brute  $C_2H_6O_2$ . Par condensation, on obtient le diéthylèneglycol (DEG), le triéthylèneglycol (TEG) ou des polyoxyéthylènes (POE) polymères pouvant comporter plusieurs centaines d'unités monomériques que l'on rencontre aussi sous le nom de polyéthylèneglycol (PEG).

## Fabrication industrielle

**Oxyde d'éthylène** : l'[éthylène](#) est partiellement oxydé par le [dioxygène](#) à une température comprise entre 220 et 280°C et sous une pression de 1 à 3 MPa.

Les deux réactifs doivent avoir une pureté d'au moins 99,5 % et un catalyseur à base d'[argent](#) dispersé, avec une teneur de 7 à 20 %, sur de l'[alumine alpha](#) poreuse est nécessaire. La consommation d'argent pour cette utilisation a été, en 2018, de 171 t à 23 % en Chine, 18 % en Amérique du Nord, 17 % en Arabie Saoudite, 14 % dans les autres pays d'Asie de l'Est, 7 % dans les autres pays du Moyen-Orient, 7 % dans l'Union européenne. En 2016, une consommation maximale de 317 t avait été atteinte, avec un total de 5 048 t d'argent immobilisé, en 2015, dans les unités de production d'oxyde d'éthylène. La durée de vie du catalyseur est de 2 à 5 ans. Les principaux sous-produits formés sont le [dioxyde de carbone](#) et l'eau provenant de la combustion complète de l'éthylène :



L'éthanal ( $CH_3CHO$ ) constitue également une impureté du mélange final avec moins de 0,1 %. La sélectivité (rapport de l'éthylène transformé en oxyde sur le total de l'éthylène qui a réagi) est de 85 à 90 %. Afin d'accroître la sélectivité de 2,5 à 3 ppm de chloroéthane ou de 4 à 6 ppm de chlorure de vinyle sont ajoutés.

Le réacteur est constitué par des faisceaux de milliers de tubes de 6 à 15 m de longueur et de 20 à 50 mm de diamètre, renfermant le catalyseur, et refroidis vigoureusement, la réaction étant exothermique. La phase gazeuse obtenue, renferme de 1 à 2 % d'oxyde d'éthylène et environ 5 % de dioxyde de carbone. L'oxyde d'éthylène est récupéré par dissolution dans l'eau et transformé directement en glycols ou distillé pour obtenir le produit pur. Le dioxyde de carbone est éliminé par dissolution dans une solution aqueuse de carbonate de potassium et la phase gazeuse ainsi purifiée est recyclée.

Les capacités de production peuvent atteindre, par unité de production, plus de 400 000 t/an.

La fabrication de l'oxyde d'éthylène, représente, en 2016, 15 % de la consommation mondiale d'éthylène dans le monde, 11 % en Europe de l'Ouest, en 2015.

**Monoéthylèneglycol** : il s'obtient traditionnellement par hydrolyse de l'oxyde d'éthylène en présence d'un grand excès d'[eau](#) afin d'éviter la formation des polyéthylèneglycols :

La proportion de monoéthylèneglycol produite est de 90 à 92 % à côté de di et triéthylèneglycol. En général, les unités de production de monoéthylèneglycol et d'oxyde d'éthylène sont situées sur le même site et 56 % des capacités de production d'oxyde d'éthylène sont captives.

Shell a développé un procédé, « **OMEGA** », consistant à faire réagir l'oxyde d'éthylène avec le dioxyde de carbone sous-produit afin de former du carbonate d'éthylène qui par hydrolyse donne 99 % de monoéthylèneglycol en quasi absence des autres éthylèneglycols. La production, par tonne d'éthylène, atteint ainsi 1,95 t de MEG au lieu de 1,55 à 1,70 t avec le procédé classique.

La société japonaise **Ube**, développe un procédé, exploité en Chine, consistant à produire du MEG à l'aide du gaz de synthèse obtenu à partir de **charbon**. Le monoxyde de carbone du gaz de synthèse réagit avec du nitrite de méthyle pour donner de l'oxalate de diméthyle (DMO) qui par hydrogénation avec le dihydrogène du gaz de synthèse donne du MEG et du méthanol. Le méthanol formé réagit avec le monoxyde d'azote formé lors de la synthèse du DMO pour donner du nitrite de méthyle. En 2017, en Chine, 20 usines fonctionnent selon ce procédé, représentant 40 % des capacités chinoises de production de MEG.

**Polyéthylèneglycols** : ils s'obtiennent par polyaddition sur l'oxyde d'éthylène :

## Productions

**Oxyde d'éthylène** : en 2016, la production mondiale est de 30 millions de t avec 146 usines. Aux États-Unis, en 2018, la production est de 2,92 millions de t avec 15 unités de production à 59 % au Texas et 41 % en Louisiane. Dans l'Union européenne, en 2019, la production est de 2,103 millions de t dont 976 073 t en Allemagne et 853 205 t, en 2016, aux Pays Bas. En France, seul Ineos à Lavéra (13) produit de l'oxyde d'éthylène avec une capacité de production de 220 000 tonnes par an. En 2016, les capacités mondiales de production sont de 34,5 millions de t/an, celles de la Chine, de 7,43 millions de t/an, celles du Japon, en 2018, de 921 000 t/an, de Taipei chinois, en 2018, de 921 000 t/an. Elles sont situées à 34 % en Asie du Nord-Est, 25 % au Moyen-Orient, 18 % en Amérique du Nord.

Commerce international : 2019. Il est peu développé en raison de la dangerosité du produit.

Principaux pays exportateurs sur un total de 311 850 t.

en tonnes

Pays Bas	127 793	Russie	17 785
Allemagne	126 348	Espagne	7 663
Belgique	28 688	États-Unis	1 659

Source : ITC

Les exportations des Pays Bas sont destinées à 48 % à l'Allemagne, 33 % à la Belgique, 9 % à la France.

Principaux pays importateurs sur un total de 348 156 t.

en tonnes

Belgique	87 932	France	26 360
Allemagne	80 975	Slovaquie	15 789
Italie	76 939	Royaume Uni	13 351

Source : ITC

Les importations belges proviennent à 48 % des Pays Bas, 35 % d'Allemagne, 16 % de France.

**Monoéthylèneglycol** : en 2019, les capacités de production mondiales sont de 38,1 millions de t/an, situées à 43 % en Asie, 26 % dans les pays du Golfe, 16 % en Amérique du Nord, 6 % en Europe. Productions, en 2016, sur un total mondial de 26,611 millions de t :

en milliers de t			
Arabie Saoudite	6 277	Iran	1 072
Chine	6 275	Inde, en 2018	1 522
Taipei chinois, en 2019	2 455	Koweït	1 031
États-Unis	1 768	Singapour (capacité)	1 030
Canada	1 662	Japon, en 2018	636
Corée du Sud, en 2018	1 252	Thaïlande, en 2019	402

Sources : PCI Wood Mackenzie et [APIC](#)

En 2019, la production de l'Union européenne est de 1,075 million de t dont 533 164 t en Belgique, 302 882 t en Allemagne et 29 433 t en Espagne.

Commerce international : en 2019, sur un total de 11,172 millions de t en 2018.

Principaux pays exportateurs :

en milliers de tonnes			
Arabie Saoudite	2 480	Belgique	681
Canada	1 513	Corée du Sud	570
Taipei chinois	1 449	Japon	323
États-Unis	1 297	Pays Bas	195
Singapour	945	Malaisie	186

Source : ITC

Les exportations de l'Arabie Saoudite sont destinées à 71 % à la Chine, 8 % aux Pays Bas, 5 % à la Turquie.

Principaux pays importateurs :

en milliers de tonnes			
Chine	9 947	Turquie	326
Inde	768	Corée du Sud	310
États-Unis	711	Pays Bas	279
Belgique	444	Allemagne	276
Indonésie	432	Espagne	257

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 46 % d'Arabie Saoudite, 13 % de Taipei chinois, 10 % du Canada.

**Diéthylèneglycol** : la production mondiale est estimée à 2,5 millions de t/an. En 2019, la production de l'Union européenne est de 101 937 t dont 63 158 t en Belgique et 7 149 t en Pologne.

Commerce international : en 2019.

Principaux pays exportateurs sur un total de 1,056 million de t.

en milliers de tonnes

Belgique	206	Corée du Sud	43
Canada	178	Iran	41
Taipei chinois	166	Émirats Arabes Unis	41
Koweït	129	Inde	39
États-Unis	76	Thaïlande	30

Source : ITC

Les exportations belges sont destinées à 53 % à l'Allemagne, 14 % aux Pays Bas, 11 % au Royaume Uni, 9 % à la France.

Principaux pays importateurs sur un total de 1,573 million de t.

en milliers de tonnes

Chine	746	Espagne	39
États-Unis	178	Turquie	38
Belgique	150	Royaume Uni	34
Allemagne	105	Corée du Sud	24
Italie	71	Pologne	20

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 48 % d'Arabie Saoudite, 21 % de Taipei chinois, 7 % du Koweït.

**Triéthylèneglycol** : la production mondiale est estimée à 300 000 t/an.

**Polyéthylèneglycol** : en 2019, la production de l'Union européenne est de 2,292 millions de t, dont 953 720 t, en 2018, aux Pays Bas, 572 039 t en Allemagne, 261 268 t en Belgique, 180 136 t, en 2017, en Espagne, 144 334 t en France.

### Principaux producteurs

En 2016, en t/an de capacités de production.

### Oxyde d'éthylène :

- [Dow](#) (États-Unis) : 2,9 millions de t/an, aux États-Unis, à Seadrift, au Texas, Plaquemine et Saint Charles (Hahnville), en Louisiane et aux Pays Bas à Terneuzen avec 165 000 t/an. Par ailleurs, Dow est partenaire dans trois joint-ventures, [Equate](#) et The Kuwait Olefins Company (TKOC) à 42,5 % avec des sociétés koweïtiennes, qui produisent de l'oxyde d'éthylène destiné à la production d'éthylèneglycol ainsi qu'en Arabie Saoudite, [Sadara](#) avec une capacité de production de 390 000 t/an.
- [MEGlobal](#) est une filiale de [Equate](#), joint-venture entre Dow Chemicals à 42,5 %, [Petrochemical Industry Company \(PIC\)](#), du Koweït, à 42,5 %, [Boubyan Petrochemical Company \(BPC\)](#), à 9 % et [Qurain Petrochemical Industries Company \(QPIC\)](#), à 6 %. La production de 690 000 t/an est réalisée au Canada, dans l'Alberta, à Prentiss (Red Deer) et Fort Saskatchewan. Par ailleurs, Equate produit 850 000 t/an au Koweït à Shuaiba.
- [Sabic](#) (Arabie saoudite) : 2,5 millions de t/an, au travers de sociétés en propre et de plusieurs joint-ventures : [Saudi Kayan](#), détenu à 35 % par Sabic : 550 000 t/an, à Al Jubail, en Arabie Saoudite. Jubail United Petrochemical Company (JUPC), à Al Jubail, en Arabie Saoudite, détenu à

75 % par Sabic : 1 000 000 t/an.

Saudi Arabia's Eastern Petrochemical (SHARQ), à Al Jubail, en Arabie Saoudite : 1,2 million de t/an, joint-venture 50/50 entre [Sabic](#) et des intérêts japonais menés par [Mitsubishi](#). Yanpet, à Yanbu, en Arabie Saoudite : 640 000 t/an, en joint-venture 50/50 entre [Sabic](#) et [ExxonMobil Chemical](#).

[Yansab](#), à Yanbu, en Arabie Saoudite, détenu à 51 % par Sabic.

Sinopec Sabic Tianjin Petrochemical Company (SSTPC), à Tianjin, en Chine, avec 360 000 t/an, joint-venture 50/50 entre Sabic et [Sinopec](#).

- [Shell Chemicals](#) (Pays Bas/Royaume Uni) : 1,5 million de t/an, aux Pays Bas, à Moerdijk (305 000 t/an), dans l'île de Jurong, à Singapour (710 000 t/an), aux États-Unis, à Geismar, en Louisiane (415 000 t/an), au Canada, à Scotford, dans l'Alberta et, en Chine, à Nanhai (131 000 t/an) par une joint venture 50/50 avec [CNOOC](#).
- [BASF](#) (Allemagne) : 1,26 million de t/an, en Belgique, à Anvers, avec 500 000 t/an, en Allemagne, à Ludwigshafen, avec 345 000 t/an, aux États-Unis, à Geismar, en Louisiane, avec 220 000 t/an et en Chine, à Nanjing, en joint-venture 50/50 avec le groupe chinois [Sinopec](#), avec 190 000 t/an en propre pour BASF. La capacité de production à Anvers devrait augmenter de 400 000 t/an en 2022.
- [Formosa Plastics Group](#) (Taipei chinois) : 1,2 million de t/an, avec la filiale [Nan Ya Plastics Corporation](#), à Taipei chinois et aux États-Unis, à Point Confort, au Texas.
- [Lotte Chemical](#) (Corée du Sud) : 930 000 t/an en Corée du Sud, à Yeosu et Daesan.
- [Ineos](#) (Royaume Uni) : 920 000 t/an, en Belgique, à Anvers (420 000 t/an), Allemagne, à Köln (290 000 t/an) et en France, à Lavéra (250 000 t/an).
- [Reliance](#) (Inde) : 621 000 t/an, à Hazira, dans État du Gujarat, en Inde.

### **Éthylèneglycol (MEG, DEG et TEG) :**

- [Sabic](#) (Arabie Saoudite) : 4,6 millions de t/an, dans les unités de production d'oxyde d'éthylène, voir ci-dessus. En particulier, [Saudi Kayan](#) qui produit à Al Jubail, en Arabie Saoudite, 566 000 t/an de MEG, 41 000 t/an de DEG et 2 000 t/an de TEG et [Yansab](#), à Yanbu, en Arabie Saoudite, détenu à 51 % par Sabic qui produit 700 000 t/an de MEG, 65 000 t/an de DEG et 5 000 t/an de TEG.
- [ME Global](#) qui est une filiale de Equate, elle même joint-venture principalement entre Dow Chemical (42,5 %) et [Petrochemical Industry Company \(PIC\)](#) (42,5 %) : 4,25 millions de t/an commercialisées qui proviennent de :
  - [ME Global](#) : 2,09 millions de t/an au Canada, dans l'Alberta, à Prentiss (Red Deer) avec 890 000 t/an et Fort Saskatchewan avec 450 000 t/an et aux États-Unis, sur le site de Oyster Creek, à Freeport, au Texas, avec une capacité de production, depuis octobre 2019, de 750 000 t/an,
  - [Equate](#) et TKOC : 1,2 million de t/an au Koweït, à Shuaib,
  - et [Dow](#) : 1,1 million de t/an aux États-Unis, à Seadrift, Texas et Saint Charles (Hahnville), en Louisiane. Une unité de production est en cours de construction.
- [Sinopec](#) (Chine) est le troisième producteur mondial, avec, en 2017, une production de 2,69 millions de t, réalisées dans ses propres usines et dans des joint-ventures avec [Sabic](#) à Tianjin et [BASF](#) à Nanjing.
- [Shell Chemicals](#) (Pays Bas/Royaume Uni) : 2,255 millions de t/an, aux Pays Bas, à Moerdijk (155 000 t/an), dans l'île de Jurong, à Singapour (902 000 million de t/an), aux États-Unis, à Geismar, en Louisiane (375 000 t/an), au Canada, à Scotford, dans l'Alberta (450 000 t/an de

MEG) et en Chine à Nanhai (415 000 t/an) par une joint venture, [CNOOC and Shell Petrochemicals Company](#), 50/50 avec [CNOOC](#).

- [Nan Ya Plastics Corporation](#) (Taïpei chinois, filiale de [Formosa Plastics Group](#)) : 1,8 million de t/an, à Taïpei chinois avec 1,32 million de t/an et aux États-Unis, à Point Confort, au Texas, avec 378 000 t/an.
- [Lotte Chemical](#) (Corée du Sud) : 1 million de t/an, en Corée du Sud, à Yeosu et Daesan.
- [Reliance](#) (Inde) : 750 000 t/an de MEG, 65 000 t/an de DEG, 10 000 t/an de TEG, à Hazira, État du Gujarat, en Inde. En 2017, une nouvelle unité de production de 750 000 t/an de MEG a été construite à Jamnagar, faisant de Reliance le 6<sup>ème</sup> producteur mondial.
- [BASF](#) (Allemagne) : 747 000 t/an, en Belgique, à Anvers, en Allemagne, à Ludwigshafen, en Chine, à Nanjing.
- [Mitsubishi](#) (Japon) : 510 000 t/an, au Japon, à Kashima
- [Ineos](#) (Royaume Uni) : 520 000 t/an, en Belgique, à Anvers avec 290 000 t/an, en France à Lavera avec 15 000 t/an, en Allemagne, à Köln avec 150 000 t/an.

**Polyéthylèneglycol** : [Dow](#), [BASF](#), [Clariant](#), [Huntsman](#), [Eastman](#).

## Situation française

En 2019.

**Production** : une seule usine de production d'oxyde d'éthylène est exploitée par Ineos, à Lavéra (13), avec une capacité de production de 250 000 t/an d'oxyde d'éthylène, 53 000 t/an d'éthanolamines et 160 000 t/an de glycoéthers.

**Commerce extérieur** : du fait d'un seul producteur, les données sur les exportations sont confidentielles, sauf pour le polyéthylèneglycol.

- Oxyde d'éthylène : importations : 26 360 t à 36 % des Pays Bas, 27 % d'Espagne, 24 % d'Allemagne, 13 % de Belgique.
- Monoéthylèneglycol : importations : 72 480 t à 44 % de Belgique, 37 % d'Allemagne, 9 % des Pays Bas.
- Diéthylèneglycol : 15 552 t à 73 % de Belgique, 11 % d'Allemagne, 8 % des Pays Bas.
- Polyéthylèneglycol : importations : 12 384 t à 41 % d'Allemagne, 33 % de Belgique, 13 % d'Italie ; exportations : 39 900 t vers l'Allemagne à 20 %, l'Italie à 17 %, le Royaume Uni à 7 %.
- Monoéthanolamine : importations : 11 015 t à 33 % d'Allemagne, 32 % des Pays Bas, 15 % de Belgique, 7 % d'Italie.
- Diéthanolamine : importations : 1 997 t à 24 % d'Allemagne, 22 % d'Arabie Saoudite, 22 % de Belgique, 15 % des Pays Bas.
- Triéthanolamine : importations : 12 162 t à 27 % des Pays Bas, 27 % d'Espagne, 25 % d'Allemagne, 18 % de Belgique.

## Utilisations

**Oxyde d'éthylène** : répartition des utilisations, en 2016, avec une consommation mondiale de 29,270 millions de t.

MEG, DEG, TEG 70 %    Polyols                    3 %

Éthoxylates	10 %	Éthers de glycol	2 %
Éthanolamines	5 %	PEG	2 %

Source : PCI Wood Mackenzie

En 2018, la production d'éthylène glycol compte pour 73 % de la consommation d'oxyde d'éthylène.

Aux États-Unis, en 2018, la part du MEG est de 34 %, celle des autres éthylènes glycol de 9 %, celle des éthoxylates de 28 %, des éthanolamines de 16 %, des éthers de glycol de 6 % et des polyols de 4 %.

**Monoéthylèneglycol** : principalement, à 87 %, en 2016, pour la fabrication de fibres (55 %), films (6 %) et bouteilles (26 %) de polyéthylènetéréphtalate (PET), 8 % comme antigel. Parmi les autres utilisations, la synthèse du dioxane et du glyoxal. Consommations, en 2016, sur un total mondial de 27,238 millions de t.

en milliers de t			
Chine	14 162	Moyen Orient	914
Amérique du Nord	2 705	Autres pays européens	433
Autres pays du Nord-Est de l'Asie	2 488	Amérique du Sud	415
Inde	2 098	Russie	312
Union européenne	1 797	Pakistan	280
Autres pays du Sud-Est de l'Asie	1 533	Afrique	101

Source : PCI Wood Mackenzie

**Diéthylèneglycol** : secteurs d'utilisation, en 2016, dans le monde, avec une consommation mondiale de 2,3 millions de t.

Polyuréthane	35 %	Additif du <a href="#">ciment</a>	5 %
Polyols	17 %	Anti-gel et liquide de freins	4 %
TEG	8 %	PET	4 %
Morpholine	6 %		

Source : PCI Wood Mackenzie

La principale utilisation, en 2013, aux États-Unis, à 51 % et dans l'Union européenne, à 53 %, est la fabrication de résines polyester insaturées et de polyuréthane. Au Japon cette application compte pour 22 % des utilisations, la principale, à 35 %, étant comme adjuvant aux [ciments](#).

**Triéthylèneglycol** : en 2015, la consommation mondiale est de 270 000 à 275 000 t, avec les secteurs d'utilisation suivants :

Séchage de gaz	51 %	Polyols	6 %
Plastifiant de fibres de polymères	19 %	Plastifiant de la cellophane	3 %
Résines	7 %	Liquide de freins	3 %

Source : PCI Wood Mackenzie

La principale utilisation est dans la déshydratation du [gaz naturel](#).

Est également employé pour générer des fumées lors d'effets scéniques, pour stabiliser, dans la dynamite, la nitroglycérine.

**Polyéthylèneglycols** : ils sont utilisés comme solvants, lubrifiants ou plastifiants. Ils sont liquides à température ambiante lorsqu'ils contiennent moins de 500 unités monomériques et solides au delà (utilisation en cosmétique et pharmacie). Ils sont, en particulier, utilisés comme laxatifs.

**Éthoxylates** : ce sont des composés obtenus par addition de substrats lipophiles (alcools gras, alkyl phénol, acides gras, amines grasses) sur l'oxyde d'éthylène. Cette opération, appelée éthoxylation, très dangereuse en raison des propriétés inflammables de l'oxyde d'éthylène, est réalisée en pulvérisant le substrat dans l'oxyde d'éthylène gazeux. Les composés obtenus possèdent une partie hydrophile et sont de bons tensioactifs.

**Éthanolamines** : elles sont obtenues par addition d'une, deux ou trois molécules d'oxyde d'éthylène sur une molécule d'[ammoniac](#).

Productions dans l'Union européenne, en 2018 :

- Monoéthanolamine : 253 497 t.
- Diéthanolamine : 47 516 t.
- Triéthanolamine : 66 140 t, en 2016.

Producteurs : [Dow](#), [Nouryon](#) (en Suède, à Stenungsund, en Allemagne, à Leverkusen, en Chine, à Ningbo), [BASF](#) (400 000 t/an), [Huntsman](#), [Ineos](#) (à Plaquemine, en Louisiane, aux États-Unis avec 175 000 t/an et Lavéra (13), en France)

Les éthanolamines sont utilisées pour leurs propriétés basiques lors du [raffinage du pétrole](#). Leur caractère tensioactif est utilisé dans l'industrie des cosmétiques, des produits d'entretien, des lubrifiants, des [ciments](#)... En 2011, 30 % de la production est utilisée comme tensioactif, 15 % dans les herbicides.

**Éthers de glycol** : ils sont obtenus par addition d'alcool sur l'oxyde d'éthylène. Les plus courants sont obtenus à partir du [méthanol](#), de l'éthanol et du butanol :

Le dernier étant non toxique est le plus utilisé. Ils sont employés comme solvant, en particulier dans les encres et les peintures.

**Autres utilisations** : on utilise l'oxyde d'éthylène dans des copolymères avec l'[oxyde de propylène](#). Il est également utilisé directement pour protéger les céréales, lors de leur stockage, comme inhibiteur de fermentation ainsi que, dilué dans un gaz neutre, comme agent de stérilisation d'appareillages, en particulier médicaux.

## Toxicité

L'oxyde d'éthylène est un gaz ( $T_{eb} = 10,5^{\circ}\text{C}$ ) neurotoxique et irritant : sa concentration limite admissible dans l'air est de 1 ppm pour une exposition de 8 heures, 5 jours par semaine. Il est de plus hautement inflammable (point éclair de  $-17,8^{\circ}\text{C}$ ) et son mélange, à partir de 3 % en volume, dans l'air est explosif.

Il est présent dans le gaz naturel, la fumée de cigarettes et les gaz d'échappement des moteurs diesel.