

DIOXYDE DE CARBONE 2023

Le dioxyde de carbone, CO₂, est aussi appelé gaz carbonique ou anhydride carbonique.

Présence

Dans l'atmosphère

En janvier 2023, la [concentration de CO₂](#), mesurée à l'observatoire de Mauna Loa à Hawaïi, a atteint, en moyenne, 419,94 ppmv (ppm en volume), soit 21.10¹¹ tonnes. Chaque seconde dans le monde, près d'un million de kg de CO₂ sont émis dans l'atmosphère. Voir également le chapitre [effet de serre](#).

En 1750, la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère était de 280 ppmv. 90 % du dioxyde de carbone émis provient de la combustion des énergies fossiles ([produits pétroliers](#), [charbon](#), [gaz naturel](#)) et est donc directement lié à la consommation d'[énergie](#) par les activités humaines.

- Un volcan en activité émet, en moyenne, 1,3 million de t de CO₂ par an, soit au total sur terre, 300 millions de t/an. Les émissions de l'Etna, en Sicile, sont particulièrement importantes avec 25 millions de t/an, celles de la caldera de Yellowstone, aux États-Unis, de 16 millions de t/an.

Lors de la catastrophe du lac Lwi, à Nyos, au Cameroun, du 21 août 1986 qui a fait 1 746 victimes, une vague de gaz, haute de 50 m, a parcouru plus de 25 km. Au total il s'est dégagé du lac 1,24 million de t de CO₂. Après la catastrophe il restait environ 250 millions de m³ de CO₂ dans le lac. CO₂ s'y accumule au rythme de 5 millions de m³/an.

- Produit du métabolisme cellulaire, CO₂ est naturellement émis par la respiration des êtres vivants : un homme au repos exhale, en moyenne, 200 mL de CO₂ par minute.

Dans le sol

Il existe des gisements naturels de CO₂.

En France, lors de forages pétroliers dans les années 1960-70, [8 gisements](#) de dioxyde de carbone quasi pur ont été découverts dans une zone située entre Massif Central et Alpes et appelée « Province carbogazeuse française ». Parmi ces 8 gisements (Montmirail, Vacquières, Angles, Montoisson, Quissac, Jouques, Vaunage, Villeneuve-de-Berg) les deux premiers ont été l'objet de concessions :

- à Montmirail (26, 38), en 1987, pour 30 ans, sur 37,5 km². Le gisement d'un gaz à 96 % de dioxyde de carbone est situé à 2 500 m de profondeur, avec des réserves estimées à 1 milliard de m³. Mis en service en 1991, le gisement est exploité par [Air Liquide](#) avec une production de 300 t/jour.
- à Vacquières (30, 34), en 1995, pour 25 ans, sur 30 km². Le gisement d'un gaz à 98 % de dioxyde de carbone est situé à 2 500 m de profondeur, avec des réserves estimées à 1 milliard de m³.

Dans le monde, d'autres gisements sont connus, en Allemagne (district de Werra, exploité entre 1990 et 1994 par Air Liquide, en un siècle, la production a été de 528 000 t), en Italie (dans la

région de Sienne, un gisement est exploité par [Messer](#) avec 6 t/h), en Grèce (Florina, exploité depuis 1980 par Air Liquide avec une production de 30 000 t/an d'un gaz composé à 99,5 % de CO₂), en Turquie, par [Turkish Petroleum Corporation](#), dans la région de Dodan, avec une production de 1 million de t/an destinée à l'extraction assistée du pétrole du gisement de Bati Raman, dans le sud-est du pays.

Aux États-Unis, des gisements sont exploités principalement pour alimenter, par pipeline, l'extraction assistée de pétrole et de gaz naturel de gisements du Texas et du Nouveau Mexique. Les principaux gisements de dioxyde de carbone sont situés sur le plateau du Colorado et au sud des Montagnes Rocheuses. En 2018, il y a 6 gisements en cours d'exploitation et 3 en cours d'études préliminaires avec un total de 2,2 milliards de t de réserve.

- Mc Elmo Dome, dans le Colorado, situé à 2 440 m de profondeur, avec une teneur de 98,2 %, en présence de 1,6 % de [diazote](#) et 0,2 % de [méthane](#), exploité à 45 % par [Kinder Morgan](#), avec une production, en 2014, de 21,2 millions de t et des réserves de 794 millions de t.
- Bravo Dome, au Nouveau Mexique, situé à 700 m de profondeur, avec une teneur de 99 %, en présence de diazote, exploité par [Occidental Petroleum Corporation \(Oxy\)](#), ainsi qu'à 11 % par [Kinder Morgan](#) et [Hess](#), avec une production, en 2014, de 5,2 millions de t et des réserves de 338 millions de t.
- Sheep Mountain, dans le Colorado, situé entre 1 070 et 1 830 m de profondeur, avec une teneur de 97 %, en présence de diazote et de méthane, exploité par [Occidental Petroleum Corporation \(Oxy\)](#), avec une production, en 2014, de 0,6 million de t et des réserves en voie d'épuisement.
- Doe Canyon, dans le Colorado, situé à 2 740 m de profondeur, exploité à 87 % par [Kinder Morgan](#), avec une production, en 2014, de 3,3 millions de t, avec des réserves de 40 millions de t.
- Jackson Dome, dans le Mississippi, situé à 4 880 m de profondeur, avec une teneur comprise entre 70 et 99 %, en présence de [sulfure d'hydrogène](#), exploité par [Denbury](#), avec des réserves de 413 millions de t.
- St John's, à la frontière de l'Arizona et du Nouveau Mexique, situé à 487 m de profondeur, avec une teneur de 95 %, en présence de 0,75 % d'[hélium](#), exploité par [Kinder Morgan](#), est entré en production mi-2016, avec 5,8 millions de t/an et des réserves de 435 millions de t.

Par ailleurs, toujours aux États-Unis, [ExxonMobil](#) exploite dans le Wyoming, le gisement de [gaz naturel](#) de Madison qui renferme 65 % de dioxyde de carbone, 21 % de méthane, 7 % de diazote, 5 % de sulfure d'hydrogène et 0,6 % d'[hélium](#). Le gaz est traité à La Barge pour séparer le méthane du dioxyde de carbone, ce dernier, alimentant par pipeline, les exploitations de récupération de gaz et de pétrole assistées par le dioxyde de carbone. La production est, en 2014, de 6,6 millions de t et les réserves de 5 300 millions de t.

Dans l'eau

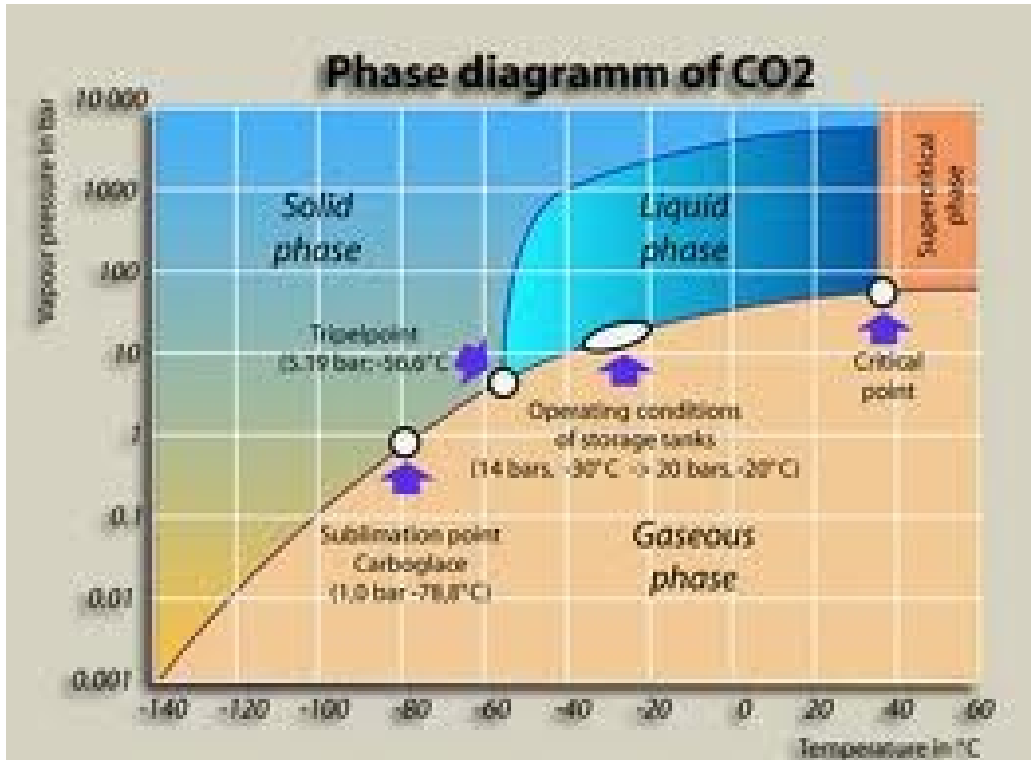
Le dioxyde de carbone est également présent dissous dans l'eau, on le retrouve plus particulièrement dans de nombreuses [eaux minérales](#).

Autres sources de CO₂

Le CO₂ est un sous produit émis lors de l'activité humaine et biologique

- La combustion ou la décomposition de matières organiques (végétaux, [charbon](#), [pétrole](#)), soit plusieurs dizaines de milliards de t/an, l'extraction du gaz naturel, le raffinage pétrolier...
- Sous-produit industriel de la fabrication de l'[ammoniac](#) (lors de la production de [H₂](#)), de la [chaux](#) et des [ciments](#) (calcination du [calcaire](#)), du [méthanol](#), du bioéthanol, de la bière, du vin (fermentations alcooliques)...

Propriétés physiques



- La masse volumique du dioxyde de carbone gazeux, à 15°C, est de 1,87 kg/m³.
- Le point triple du dioxyde de carbone est à -56,57°C et 5,185 bar.
Le point critique est à 31,06°C et 73,825 bar. Au delà de ces valeurs le dioxyde de carbone est à l'état supercritique.
- A 20°C, le dioxyde de carbone se liquéfie, au-dessus de 57,3 bar.

Conditionnement – transport

Il est stocké, liquide, sous 17 bar, à -25°C.

Il est transporté par pipeline sous pression d'environ 150 bar, par navires, trains ou camions, liquide à -50°C ou en bouteilles.

Le dioxyde de carbone contenu dans les bouteilles est à l'état liquéfié. Il est présent, à la température ambiante, sous deux phases, liquide et gazeuse. La pression de la phase gazeuse ne dépend que de la température (voir sur le diagramme de phase la courbe de pression de vapeur saturante), elle est de 57,3 bar à 20°C.

Il est aussi transporté, pour des quantités faibles, sous forme solide, appelée neige carbonique, glace carbonique, carboglace ou glace sèche (de l'anglais « dry ice »). La neige carbonique est obtenue par détente du liquide qui donne 50 % de solide et 50 % de gaz qui est recyclé. La neige est ensuite

comprimée pour donner de la glace.

A la pression atmosphérique, la température de sublimation de la neige carbonique est de -78,5°C. 1 kg de dioxyde de carbone solide libère, à 20°C sous 1 bar, 845 litres de gaz.

Transport par pipeline

Aux États-Unis, il y a, en 2015, 50 pipelines totalisant 7 600 km de longueur destinés au transport du dioxyde de carbone avec une capacité de 69 millions de t/an. Les principaux pipelines sont les suivants :

- [Cortez](#) sur 808 km transportant 19,3 millions de t/an sous 186 bar entre le gisement naturel de dioxyde de carbone de Mc Elmo Dome dans le Colorado et le gisement de pétrole de West Texas Wasson, dans le Texas.
- [Bravo](#) sur 350 km transportant 7,3 millions de t/an sous 165 bar.
- [Central Basin](#) sur 278 km transportant 20 millions de t/an sous 170 bar.
- [Canyon Reef Carriers](#) sur 180 km transportant 8,3 millions de t/an sous 180 bar.
- Val Verde sur 130 km transportant 2,5 millions de t/an sous 140 bar. Le CO₂ provient de l'extraction du gaz naturel.
- Shute Creek, sur 48 km transportant 23,3 millions de t/an. Le CO₂ provient de l'extraction du gaz naturel de La Barge par ExxonMobil.
- Green Line, sur 441 km transportant 18 millions de t/an.
- Greencore, sur 373 km transportant 14 millions de t/an.
- Delta, sur 174 km transportant 11,4 millions de t/an.

Au Canada, [330 km](#) transportant 2 millions de t/an entre Beulah dans le Dakota du Nord, aux États-Unis, et Weyburn et Midale, dans le Saskatchewan. Le dioxyde de carbone provient d'une usine de gazéification du charbon exploitée par [Dakota Gasification Company](#).

Aux Pays-Bas, 227 km transportant 300 000 t/an, destinées principalement à alimenter des cultures sous serre.

En Norvège, 120 km transportant 1 million de t/an.

En Turquie, 90 km transportant 1 million de t/an, destinées à l'extraction assistée de pétrole.

En France, 29 km qui transportaient 60 000 t/an, entre une centrale à vapeur du groupe [Total](#) à Lacq, fonctionnant par oxycombustion, et le gisement épuisé de gaz naturel de Rouse, situé à une profondeur de 4 500 m. Le dioxyde de carbone, à une teneur d'environ 90 %, était comprimé à 30 bar pour le transport puis recomprimé à 50 bar pour l'enfouissement dans le gisement. Le pipeline utilisé était un ancien pipeline de gaz naturel. L'enfouissement a été arrêté en mars 2013 après injection de 52 000 t de dioxyde de carbone.

Transport par navires

En Europe, [Yara](#), alimente ses unités de stockage de dioxyde de carbone, dont Montoir-de-Bretagne (44), en France, d'une capacité de 1 800 t à l'aide de 3 navires transportant le dioxyde de carbone, à l'état liquide, avec une capacité pour chacun de 1 800 t, à partir de ses 4 unités de production de Sluiskil, aux Pays-Bas, possédant une capacité de production de 425 000 t/an et de Dormagen, en Allemagne, d'une capacité de 150 000 t/an.

Productions

Ne sont pris en compte que les quantités destinées à être utilisées. Actuellement, la plus grande partie du dioxyde de carbone produit, en particulier lors de la combustion de produits pétroliers et du charbon, est rejetée dans l'atmosphère.

La production est réalisée à partir de sources diverses qui en général contiennent plus de 97 % en volume de CO₂ et dont les impuretés sont facilement éliminables. Cela est le cas pour le CO₂ d'origine naturelle, ainsi que pour celui fourni par la décarbonatation du [gaz de synthèse](#) utilisé pour produire l'ammoniac (voir le chapitre consacré au [dihydrogène](#)) ou pour celui issu de la fabrication du bioéthanol.

Aux États-Unis, il y a, en 2011, 111 usines de production de CO₂ dont 36 exploitant le gaz issu d'usines de fabrication de bioéthanol. Dans ce pays, la production de dioxyde de carbone destiné à l'extraction assistée de pétrole et de gaz naturel a été, en 2010, de 58 millions de t, provenant à 85 % de sources naturelles et 13 % de l'exploitation du gaz naturel d'ExxonMobil à La Barge ainsi que de celui donnant le CO₂ alimentant le pipeline Val Verde. 680 000 t/an proviennent de l'usine d'[engrais azotés](#) du groupe [Koch](#), à Enid, dans l'Oklahoma.

En 2023, la production de l'Union européenne a été de 6,140 millions de t. Les principaux pays producteurs sont les suivants :

en milliers de t			
Pays Bas	1 244	Roumanie, en 2018	495
Espagne	1 048	Belgique	362
Allemagne, en 2022	872	Italie	202
France	833	Finlande	192
Pologne	722	Hongrie	183

Source : statistiques Prodcom de l'Union européenne

Commerce international : en 2023.

Principaux pays exportateurs, sur un total de 5,244 millions de t, en 2020 :

en tonnes			
États-Unis	12 391 409	Norvège	113 915
Pays Bas	601 403	Canada	109 378
Belgique	157 738	France	75 190
Hongrie	123 986	Pologne	61 513
Chine	122 390	Macédoine du Nord	60 705

Source : ITC

Les exportations des États-Unis sont destinées à 99 % au Mexique.

Principaux pays importateurs, sur un total de 2,243 millions de t, en 2021 :

en tonnes			
Royaume Uni	265 852	Pays Bas	89 896
Allemagne	208 749	Italie	89 827
Belgique	144 494	France	88 757
États-Unis	140 093	Danemark	79 086

Mexique 117 626 Slovaquie 61 627

Source : ITC

Les importations du Royaume Uni proviennent à 73 % des Pays Bas, 9 % de Norvège, 9 % de République tchèque.

Producteurs et distributeurs

Les principaux producteurs et distributeurs de dioxyde de carbone destiné à être utilisé sont :

- Les sociétés pétrolières utilisant le dioxyde de carbone pour assister l'extraction de [pétrole](#) et de [gaz naturel](#), principalement aux États-Unis.
- Les producteurs d'[ammoniac](#) destiné à la fabrication d'engrais azotés :
[Yara](#) produit du dioxyde de carbone comme sous-produit de la fabrication d'ammoniac dans ses usines de Sluiskil aux Pays-Bas possédant une capacité de production de 425 000 t/an, de Ferrare, en Italie, avec une capacité de production de 80 000 t/an, de Porsgrunn, en Norvège, de Tertre, en Belgique, avec 120 000 t/an, de Dormagen, en Allemagne, avec une capacité de 150 000 t/an. Au total la capacité de production est de 850 000 t/an de dioxyde de carbone sous forme liquide et de 50 000 t/an sous forme solide. En juin 2016, cette activité a été vendue à [Praxair](#), acquis depuis par [Linde](#), Yara gardant l'exploitation de 3 usines de liquéfaction.
Par ailleurs, de nombreux producteurs d'ammoniac cèdent le dioxyde de carbone formé aux groupes producteurs de gaz industriels qui s'occupent de purifier et de liquéfier le gaz avant sa commercialisation.
- Les sociétés produisant exclusivement du dioxyde de carbone par exemple le groupe belge [ACP](#), avec une capacité de production de 630 000 t/an, qui possède 50 % de la société Carbolim à Geleen, aux Pays Bas, d'une capacité de 320 000 t/an provenant de la production d'ammoniac, ainsi qu'une unité de production en France, à Beinheim (67) avec une capacité de 50 000 t/an provenant d'une usine de bioéthanol, une unité de production, en Belgique, à Tertre, avec 100 000 t/an provenant d'une usine d'ammoniac et une unité de production, en Pologne, à Wloclawek, avec 180 000 t/an provenant d'une usine d'ammoniac. En 2016, la production de neige carbonique de l'usine de Zolder, en Belgique, a été de 10 000 t. En mars 2019, le groupe ACP a été acquis par [Air Products](#).
- Les groupes producteurs de gaz industriels. Les installations françaises sont indiquées au chapitre situation française.
 - [Linde](#) (Allemagne) possède, aux États Unis 30 usines de production de dioxyde de carbone, à partir de sources naturelles, de raffineries de pétrole, de production d'ammoniac, d'usines de bioéthanol. Par exemple, les usines de Corpus Christi, au Texas et de Woodward, dans l'Oklahoma, alimentent les puits d'extraction assistée de pétrole. Aux Pays Bas, la joint venture OCAP (Organic CO₂ for Assimilation by Plants) entre Linde et Volker-Wessels alimente à partir de la raffinerie de pétrole Shell de Rotterdam, à l'aide d'un pipeline de 83 km puis de 300 km de canalisations pour la distribution, un réseau de 550 serres, consommant 350 000 t/an de CO₂. Après la fusion avec [Praxair](#) qui exploitait une douzaine d'usines de production de CO₂ aux États-Unis, 10 usines en Europe, 6 en Thaïlande... et qui avait acquis, en 2016, une partie de la production du producteur d'engrais Yara, Linde est devenu le premier producteur mondial de dioxyde de carbone.

- [Air Liquide](#) (France) possède 61 usines de production dans le monde dont 12 aux États-Unis, 22 en Europe et 4 en France, avec une capacité de production en Europe d'environ 1,2 million de t/an, c'est le premier producteur européen. En France, à Port Jérôme (76), Air Liquide capte par voie cryogénique le dioxyde de carbone émis par son unité de vaporeformage du gaz naturel destinée à alimenter en [dihydrogène](#), avec 50 000 m³/h, la raffinerie Esso proche afin de désulfurer des carburants. Après extraction du dihydrogène selon le procédé PSA, le gaz résiduel, riche en dioxyde de carbone est refroidi afin de liquéfier le dioxyde de carbone et ainsi le récupérer. De 60 à 90 % du dioxyde de carbone produit est récupéré. La capacité de production est de 100 000 t/an. À Geleen, aux Pays-Bas, Air Liquide détient 50 % de la société Carbolim, avec le groupe belge [ACP](#) qui en détient également 50 %. Carbolim possède une capacité de production de 320 000 t/an de CO₂ provenant de l'usine de production d'ammoniac de [OCI Nitrogen](#). En 2010, Air Liquide a créé une unité d'une capacité de 50 000 t/an de dioxyde de carbone, à Rozenburg, aux Pays-Bas, destinée, en particulier, à alimenter les cultures sous serre. Depuis 2011, Air Liquide, récupère le CO₂ provenant de l'usine de bioéthanol de [British Sugar](#), à Wissington, au Royaume Uni, le CO₂ étant produit par fermentation du sucre provenant de betteraves, purifié et liquéfié par Air Liquide. La capacité de production est de 70 000 t/an. Aux États-Unis, le groupe produit du CO₂ dans une dizaine d'usines, par exemple, en Californie, dans le comté de Tulare, où la capacité de production est de 450 t/j à partir d'une usine de bioéthanol opérée par [Calgren Renewable Fuel](#). En Australie, Air liquide récupère 69 000 t/an, à partir du gaz naturel extrait du gisement de BassGaz, dans la région de Victoria, dans le sud du pays.
- [Air Products](#) (États-Unis) récupère le CO₂ de l'usine de production d'hydrogène par reformage de Port Arthur, au Texas, pour alimenter, par pipeline, les puits d'extraction assistée de pétrole, avec une capacité de production de 1 million de t/an. En février 2018, a acquis le groupe belge [ACP](#).

Situation française

En 2023, la production est de 833 250 t.

Sources de CO₂

Unités de 100 à 350 t/j de CO₂

Principalement à partir d'usines de production de [bioéthanol](#) ou d'[ammoniac](#). Ces dernières unités sont situées à : Grand-Quevilly (76, [Agrofert](#)), exploitées par Linde (capacité de 80 000 t/an) et Air Liquide (capacité de 110 000 t/an) ; Grand-Puits (77, [Agrofert](#)), 2 unités, l'une exploitée par Messer, l'autre par Air Liquide ; Ottmarsheim (67, [Agrofert](#)), une unité exploitée par Air Liquide.

[Air Liquide](#), fin 2009, a implanté une unité de valorisation du dioxyde de carbone à Bazancourt (51), le CO₂ provenant de l'usine de bioéthanol de Cristanol, détenue à 55 % par le groupe [Cristal Union](#), le bioéthanol étant obtenu principalement par fermentation de betteraves. Elle a une capacité annuelle de 120 000 tonnes. Depuis 2015, le captage du dioxyde de carbone de l'unité de vaporeformage de Port Jérôme donne 100 000 t/an.

[ACP](#), récupère du CO₂ de l'usine de bioéthanol, de Beinheim (67), provenant de la fermentation du blé, exploitée par le groupe [Roquette](#), avec une capacité de production de 50 000 t/an.

[Messer](#) exploite, en France, 3 unités de production :

- à Lavera (13) avec 120 000 t/an provenant, d'une part de l'usine de production d'[oxyde d'éthylène](#) d'[Ineos](#) et d'autre part de l'hydrocraqueur de la raffinerie d'[Ineos](#),
- à Nangis (77), le dioxyde de carbone provenant de l'usine de production d'ammoniac de [Agrofert](#),
- à Lacq (64), depuis mars 2013, une unité produit 70 000 t/an issues de la fermentation du maïs de l'usine de bioéthanol d'[Abengoa Bioenergy](#).

Messer produit de la glace carbonique à Mitry-Mory (77), Saint Georges d'Esperanche (38) et Carbon-Blanc (33).

[Linde](#) exploite une usine de liquéfaction de CO₂ issu de la production d'ammoniac sur le site de Grand-Quevilly de [Agrofert](#), avec une capacité de production de 80 000 t/an.

Unités de 2 à 30 t/j

De récupération de CO₂ provenant de la fermentation dans des brasseries. Ce CO₂ est réutilisé dans l'élaboration de la bière.

Unités de 2 à 8 t/j

De CO₂ récupéré lors de la production d'[eaux minérales](#) gazeuses. Le gaz est réinjecté dans l'eau pour la regazéifier.

Par ailleurs, [Yara](#) produit de la glace carbonique à Savigny le Temple (77).

Commerce extérieur

Les exportations étaient, en 2023, de 74 895 t avec comme principaux marchés à :

- 37 % l'Irlande,
- 36 % l'Allemagne,
- 8 % l'Espagne,
- 7 % le Royaume Uni,
- 7 % la Suisse.

Les importations s'élevaient, en 2023, à 88 750 t en provenance principalement à :

- 49 % des Pays Bas,
- 29 % de Belgique,
- 14 % d'Allemagne.

Utilisations

Les principales utilisations sont dans la fabrication de l'urée, avec 122 millions de t/an, dans la récupération assistée du pétrole et de gaz naturel, avec 60 millions de t/an, la synthèse du méthanol, avec 2 millions de t/an.

Formes d'utilisation

Sous forme solide :

- effets fumigènes,
- décapage de pièces métalliques,
- viticulture lors des vendanges.

Sous forme liquide :

- fluide frigorigène pour la congélation d'aliments,
- dans l'industrie électronique,
- comme agent d'extinction dans les extincteurs,
- agent propulseur pour les boissons servies à la pression.

Sous forme gazeuse :

- extinction des feux,
- carbonatation des boissons gazeuses,
- en aquariophilie et culture sous serre pour une meilleure croissance des plantes,
- dans des emballages à atmosphère contrôlée,
- en distribution d'eau potable, pour relever la dureté de l'eau des eaux trop agressives, la solubilisation du calcaire dans les eaux dures,
- les pompes à bière,
- la conservation de la viande.

Sous forme supercritique :

- extraction d'arômes et de parfums, par exemple de la caféine du café.

Utilisations diverses

Le CO₂ sous ses différentes formes intéresse les industriels de différents secteurs avec des usages variés.

- Industries alimentaires : en France, environ 70 % de la production commercialisée de CO₂ est utilisée dans ces industries. Il est référencé E290 comme additif alimentaire. Le CO₂ utilisé dans ce secteur doit être particulièrement purifié. Celui provenant de fermentations alcooliques est bien adapté pour cette application.
- Réfrigération et surgélation à l'aide de CO₂ sous forme liquide.
- Conservation des aliments en atmosphère neutre : par exemple, le lait en poudre et le café soluble sont conditionnés sous une atmosphère de [diazote](#) et de dioxyde de carbone. De même, CO₂ est utilisé, en association ou non avec N₂, pour l'inertage des cuves de vin.
- Stockage de fruits, par exemple de pommes, en atmosphère contrôlée. Les conditions optimales sont les suivants : -1 à 6°C, 92 % d'humidité, 2 à 3 % de [dioxygène](#), 2 à 5 % de CO₂.
- Élaboration des boissons gazeuses. De plus, des bouteilles plastiques peuvent être refroidies rapidement, après leur fabrication, à l'aide de CO₂ liquide.
- L'emploi de CO₂, sous forme de neige carbonique, en vinification (macération à froid) permet, lors des vendanges, de refroidir vers 5°C la récolte et ainsi inhiber la fermentation qui pourra ensuite être menée lentement.
- [Traitement des eaux potables](#) des régions granitiques. L'eau de ces régions est trop douce et risque, en dissolvant la couche protectrice de [carbonate de calcium](#) des canalisations,

d'entraîner leur corrosion. Un ajout de [chaux](#) et de CO₂ permet d'augmenter la dureté de l'eau.

- [Traitement des eaux usées](#) et des effluents liquides qui pour être rejetés doivent avoir un pH compris entre 5,5 et 8,5. Le CO₂ permet de neutraliser les milieux basiques.
- Fabrication de l'[urée](#), utilisée comme engrais azoté.
- Fabrication du [carbonate de sodium](#), destiné principalement à l'industrie du [verre](#).
- Utilisé à grande échelle dans la récupération assistée de pétrole et de gaz naturel. Par exemple, à Midale dans le Saskatchewan, au Canada, 1 300 t/jour sont injectées dans le gisement de pétrole. Le dioxyde de carbone provient d'une usine de gazéification de la houille, située à Beulah, dans le Dakota du Nord, aux États-Unis, et est acheminé par 330 km de pipeline.
- Propulseur dans les aérosols, agent d'expansion des mousses de polyuréthane et de [polystyrène](#), en remplacement des CFC et du cyclopentane.
- Obtention d'effets fumigènes par dispersion de glace carbonique dans de l'eau chaude, entre 35 et 70°C. Le dégagement de dioxyde de carbone froid entraîne la condensation de la vapeur d'eau, créant ainsi un brouillard, qui étant froid est plus dense que l'air ambiant et se répand sur le sol.
- Il est parfois utilisé pour diminuer le pH de l'eau de piscines, après un ajout d'[eau de Javel](#) (basique).
- En agriculture et horticulture, la culture de légumes et de fleurs sous serre utilise un air enrichi en CO₂. Par exemple, aux Pays Bas, la joint venture OCAP (Organic CO₂ for Assimilation by Plants) entre Linde et Volker-Wessels alimente à partir de la raffinerie de pétrole Shell de Rotterdam, à l'aide d'un pipeline de 83 km puis de 300 km de canalisations pour la distribution, un réseau de 550 serres, consommant 350 000 t/an de CO₂.
- Des bâtonnets de CO₂ solide sont utilisés pour décaper des pièces métalliques (moules de fonderie...). Les cylindres de CO₂ (0,5 à 3,2 mm de diamètre sur 15 mm de long) sont projetés à la vitesse de 350 m/s sur la surface à décaper. Lors du décapage CO₂ se sublime, des filtres retiennent les particules arrachées de la surface et l'état de surface est respecté. Ce procédé qui est concurrencé par un procédé, selon le même principe, utilisant de la glace, permet de remplacer le traditionnel sablage ou des décapages à l'aide de solvants qui entraînent des quantités importantes de déchets.
- Comme solvant, à l'état supercritique, pour extraire des arômes et parfums (arômes amérisants du houblon, nicotine du tabac, caféine du café et du thé, huiles essentielles), dégraisser les peaux (les lipides sont solubles dans CO₂ supercritique et sont libérés par détente et refroidissement). Également utilisé comme solvant pour peintures, en remplacement des solvants organiques. Les premières unités de production industrielle ont été implantées en Allemagne, en 1978, par Hag AG Corporation pour décaféiner le café, 50 000 t/an, en 1982, à Manchester par SKW-Trotsberg, pour extraire les arômes du houblon. Des unités sont utilisées en France à Grasse (CAL-Pfizer). Pour décaféiner le café, qui contient 1 %, en masse, de caféine pour l'Arabica et 2 % pour le Robusta. CO₂ supercritique remplace des solvants tels que le [chlorure de méthylène](#) ou l'acétate d'éthyle. Le café vert est d'abord traité par de l'eau et de la vapeur d'eau pour atteindre 30 à 40 % d'humidité afin de dissoudre la caféine. Le café ainsi « gonflé » est décaféiné par circulation de CO₂, à 93°C sous 200-300 bar, à travers les grains. Le CO₂ restitue la caféine par pulvérisation d'eau puis est recyclé. Le café décaféiné est ensuite

séché.

Utilisé dans le nettoyage à sec des vêtements en remplacement du [perchloréthylène](#).

Le CO₂ supercritique est également utilisé comme éluant en chromatographie.

Risques lors de son utilisation

D'après des documents de l'INRS, voir la bibliographie.

À forte concentration, le dioxyde de carbone est principalement un gaz asphyxiant qui peut entraîner la mort. Les risques sont amplifiés par sa densité élevée, le gaz s'accumulant dans les parties basses des locaux. Tous les ans, des morts surviennent, dans les régions viticoles, après les vendanges, la fermentation et le décuvage lors du nettoyage des cuves vides de jus mais pas de dioxyde de carbone, inodore et incolore. De 1984 à 1994, en France, cela a été la cause de 31 décès dans les régions viticoles.

Les premières manifestations surviennent lorsque la concentration dans l'air atteint 2 % avec une augmentation de l'amplitude respiratoire. À 5 % de concentration, il y a apparition de céphalée, de sensation de vertige et d'augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle. A 10 % de concentration, des troubles visuels surviennent avec des tremblements, de l'hypersudation et une perte de connaissance possible après 10 minutes d'exposition. Au dessus de 20 % de concentration, des troubles graves apparaissent rapidement avec dépression respiratoire, convulsions, coma et mort.

Dans divers pays, les valeurs limites moyennes d'exposition sont de 0,5 %.

Par ailleurs, le contact avec le dioxyde de carbone liquide ou solide peut provoquer des brûlures.