

CARBONATE DE SODIUM 2019

Le carbonate de sodium, (ancien nom « natron ») appelé improprement « soude » par les industriels (en anglais « soda ash »), est soit extrait de dépôts naturels, principalement aux États-Unis (Wyoming), en Afrique (Kenya, Botswana), en Chine et en Turquie, soit synthétisé (pour 77 % de la production mondiale, en 2019) principalement selon le procédé Solvay et sa variante le procédé Hou utilisée en Chine à partir de [chlorure de sodium](#) et de [calcaire](#).

État naturel

Gisements de carbonate de sodium

Le carbonate de sodium est présent dans des gisements fossiles ou dans des lacs salés.

Gisement fossile de l'État du Wyoming. Il est situé à Big Island à 40 km au Nord-Ouest de Green River, aux États-Unis. Il a été découvert en 1938 lors d'un forage pétrolier. Présent entre 120 et 1 050 m de profondeur il couvrirait 2 600 km². Il est constitué de 42 couches de sesquicarbonate de sodium, sel double de carbonate et hydrogénocarbonate hydraté (Na₂CO₃,NaHCO₃,2H₂O) dénommé trona dont 11 de plus de 2 mètres d'épaisseur. Des couches atteignent une teneur de 97 % de trona. Les réserves seraient d'environ 22 milliards de t. Deux couches sont actuellement exploitées souterrainement.

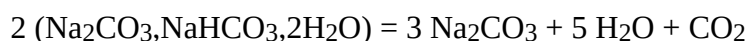
Le gisement résulte de l'accumulation de sédiments, à l'Éocène, il y a 50 millions d'années, dans deux lacs s'étendant sur les états actuels du Wyoming, du Colorado et de l'Utah avec des superficies atteignant jusqu'à 57 000 et 38 850 km².

Son exploitation a débuté en 1950 et elle a supplanté toute la production américaine de carbonate synthétique (17 usines en 1938, 10 en 1969, 1 en 1979 qui a fermé en 1986). Le gisement du bassin de Green River représente, en 2018, 60 % de la production mondiale de carbonate de sodium naturel.

L'exploitation souterraine est effectuée soit selon des techniques minières classiques (méthode des « chambres et piliers ») soit par forages et dissolution in situ (méthode utilisée, en partie, par [Genesis Energy](#)). Dans le premier cas, le taux de récupération est de 45 %, 30 % dans le second cas.

Le traitement du minerai est réalisé selon 2 procédés, l'un au monohydrate, l'autre au sesquicarbonate.

- Procédé au monohydrate : le minerai est d'abord calciné :



puis Na₂CO₃ est dissous dans l'eau afin d'éliminer les parties insolubles puis précipité, par évaporation de l'eau, sous forme de Na₂CO₃,H₂O qui est déshydraté à 150°C.

- Procédé au sesquicarbonate : le minerai est d'abord mis en solution dans l'eau afin d'obtenir une solution mère qui est filtrée puis évaporée sous vide à 40°C. Le sesquicarbonate de sodium, sel double de carbonate et hydrogénocarbonate hydraté (Na₂CO₃,NaHCO₃,2H₂O), précipite, puis est décomposé à 200°C en carbonate.

L'exploitation des gisements naturels consomme moins d'énergie, de 5,6 à 7 GJ/t, que la fabrication industrielle, de 8,9 à 14,25 GJ/t. En 2019, les coûts de production du carbonate de sodium naturel extrait aux États-Unis sont estimés représenter environ 50 % de ceux du carbonate synthétique. En moyenne, il faut de 1,50 à 1,65 t de minerai pour donner 1 t de carbonate de sodium.

Sociétés exploitantes : en 2019.

en millions de t/an de capacités de production

Genesis Energy	3,6	Solvay	2,54
Ciner Wyoming	3,25	Tata Chemicals	2,54

Source : USGS

- [Genesis Energy](#), a acquis, en septembre 2017, les activités de [Tronox](#), groupe australien, dans le carbonate de sodium. Tronox avait acquis le 1^{er} avril 2015 les activités dans le carbonate de sodium de [FMC](#). Genesis Energy exploite les mines de Granger et de Westvaco. Les mines, souterraines, sont situées à 490 m de profondeur, avec plus de 4 000 km de galeries. La couche de trona exploitée a une épaisseur de 3 mètres. La mine de Westvaco est exploitée souterrainement par voie classique et par dissolution, celle de Granger seulement par dissolution. La mine de Westvaco est exploitée depuis 1947, celle de Granger a été développée à l'origine par Texasgulf, filiale d'Elf Atochem. Les réserves prouvées et probables sont de 812 millions de t renfermant 87,9 % de trona, pouvant donner 449 millions de t de carbonate de sodium. En 2019, les ventes ont porté sur 3,258 millions de t de carbonate de sodium. En 2019, a été annoncé une augmentation de capacité de production de 680 000 t/an pour la mine de Granger, prévue en 2022.
- [Ciner Group](#), société turque, a acquis en octobre 2015 les parts (51 %) détenues par [OCI](#) (Corée du Sud) dans [OCI Chemical](#), la société devenant Ciner Wyoming. OCI avait acheté, en 1996, les parts de Rhône Poulenc. Par ailleurs, 49 % des parts sont détenues par [Natural Resources Partners](#). En 2019, la production est de 2,50 millions de t de carbonate de sodium. Les réserves prouvées et probables sont de 192 millions de t de minerai renfermant 86 % de trona pouvant donner 105 millions de t de carbonate de sodium. L'exploitation a lieu à une profondeur comprise entre 244 et 335 m. En 2019, a été annoncé, en association avec Sisecam, une augmentation de capacité de production de 800 000 t/an et sa sortie le 31 décembre 2020 de l'[ANSAC](#) qui regroupe les exportations de plusieurs producteurs américains.
- Les activités de [Solvay](#) sont détenues à 20 % par [Asahi Glass](#) (Japon). En 2019, Solvay a annoncé pour fin 2021 une augmentation de la capacité de production de 600 000 t/an.
- [Tata Chemicals](#) (Inde) a produit, en 2019-20, 2,269 millions de t de carbonate de sodium.

Gisements turcs : ils sont exploités par [Ciner Group](#) au travers de :

- [Eti Soda](#), filiale à 74 % avec 26 % pour le groupe étatique [Eti Maden](#) qui exploite depuis 2009 le gisement de Beypazari, découvert en 1979, lors de la recherche de gisements de charbon. Le gisement est exploité par dissolution. La capacité de production est de 1,7 million de t/an.
- [Kazan Soda Electric](#), depuis début 2018, avec l'exploitation, par dissolution, d'un nouveau gisement, à Kazan, avec une capacité de production de 2,7 millions de t/an.

Lacs salés : le carbonate de sodium est récupéré à partir de saumures contenant de l'ordre de 16 % de NaCl, 6,5 % de Na₂CO₃, des [borates](#) et des sels de lithium et potassium. Par carbonatation (à

l'aide de [CO₂](#)) de la saumure, l'hydrogénocarbonate précipite. Les principaux lacs exploités sont les suivants :

- Lac Searles (Californie, États-Unis), avec des réserves estimées à 600 millions de t. Exploité par [Searles Valleys Mineral](#) (acquis en 2007 par [Nirma Ltd.](#) (Inde)), avec une capacité de production de 1,32 million de t. Le lac Owens, également en Californie, possède des réserves de plus de 200 millions de t.
- Lac Magadi (Kenya), exploité par la société [Tata Chemicals Magadi](#), filiale depuis 2005 du groupe indien [Tata Chemicals](#), avec une production de 262 000 t, en 2019-20.
- Sua Pan (Botswana), exploité par [Botswana Ash](#) détenue à 50 % par l'État du Botswana et 50 % par Chlor Alkali Holdings, avec une capacité de production de 300 000 t/an de carbonate de sodium et 650 000 t/ de [chlorure de sodium](#).
- Lac Tchad (Tchad), exploité artisanalement avec une production de 13 000 t/an.
- Lac Natron (Tanzanie) : actuellement non exploité industriellement. L'exploitation est conditionnée à la préservation d'une zone de reproduction importante pour les flamants roses.

Production de carbonate naturel

La production mondiale, en 2018, est de 15 millions de t dont 12 millions de t aux États-Unis.

Répartition de la production mondiale de carbonate naturel, en 2019 :

en %

Ciner	42 %	Tata	14 %
Genesis	22 %	Searles	7 %
Solvay	15 %		

Source : Ciner

La production du groupe Ciner est réalisée pour 16 % aux États-Unis, 16 % en Turquie avec la société Kazan Soda et 10 % en Turquie avec la société Eti Soda.

L'[ANSAC](#), regroupe les activités d'exportation, hors Union européenne, de 3 producteurs des États-Unis, Genesis Energy, Tata Chemicals et Ciner Wyoming, jusqu'au 31 décembre 2020 pour ce dernier.

Les exportations vers l'Union européenne sont réalisées au travers de l'American-European Soda Ash Shipping Association (AESSA).

Au total, en 2018, les capacités de production des États-Unis sont détenues à 54 % par des capitaux étrangers, à 23 % indiens, 15 % belges, 11 % turcs et 5 % japonais.

Les unités de production de carbonate de sodium coproduisent de l'hydrogénocarbonate, du sulfate de sodium et de l'hydroxyde de sodium dans le Wyoming et du chlorure de sodium, du sulfate de sodium et du borax en Californie.

Réserves de carbonate naturel

En 2019. Monde : 25 milliards de t.

en millions de t

États-Unis	23 000	Botswana	400
Turquie	900	Éthiopie	400

Source : USGS

Fabrication industrielle

Le carbonate de sodium synthétique est principalement obtenu par le procédé Solvay mis au point entre 1861 et 1865. Une variante du procédé Solvay, le procédé Hou, est utilisée en Chine, avec co-production de chlorure d'ammonium utilisé comme engrais.

Part des différents procédés, en 2019, dans la production mondiale de carbonate de sodium :

Procédé Solvay 40 % Carbonate naturel 23 %

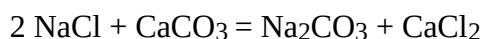
Procédé Hou 27 % Autres synthétiques 14 %

Source : Ciner

Une coproduction de carbonate de sodium (75 000 t/an) est réalisée, selon divers procédés, par BASF.

Matières premières : [chlorure de sodium](#) et [calcaire](#). L'[ammoniac](#) intervient dans la fabrication mais il est presque totalement recyclé.

Principe de la fabrication : selon la réaction globale suivante qui toutefois n'est pas réalisable directement :



Le procédé Solvay consiste en 8 étapes, dans des unités de production dénommées soudières.

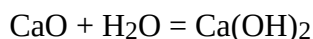
1 – Préparation d'une saumure saturée par du chlorure de sodium.

2 – Absorption dans cette saumure d'ammoniac recyclé.

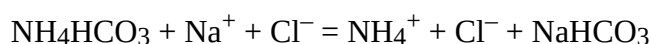
3 – Calcination du calcaire dans un four à chaux, qui donne du dioxyde de carbone :



4 – Préparation d'un lait de chaux, en présence d'un excès d'eau :



5 – Carbonatation de la saumure ammoniacale avec le dioxyde de carbone provenant de la calcination du calcaire et de la décomposition de l'hydrogénocarbonate, l'hydrogénocarbonate, NaHCO_3 , peu soluble précipite.

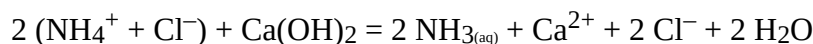


6 – Filtration de l'hydrogénocarbonate.

7 – Calcination de l'hydrogénocarbonate vers 150-200°C :



8 – L'ammoniac est régénéré à l'aide du lait de chaux :



Le [chlorure de calcium](#), CaCl_2 est un coproduit partiellement valorisé comme desséchant, sel de déneigement... ou rejeté en rivière ou en mer. Les rejets dans la Meurthe d'ions Cl^- par les usines

françaises de carbonate de sodium sont limités de telle sorte que leur contribution soit au maximum de 400 mg.L⁻¹ dans la Moselle à Hauconcourt (100 km en aval).

Consommations (par t de Na₂CO₃) :

NaCl	CaCO ₃	eau de réfrigération	énergie
1,6 t	1,1 à 1,3 t	20 à 50 m ³	8,9 à 12,35 GigaJ

Les unités de production ont des capacités pouvant atteindre 1,5 million de t/an.

Qualités de carbonate de sodium :

Il existe deux qualités principales de carbonate de sodium :

- Léger : c'est le produit obtenu directement, dont les particules ont un diamètre moyen de 100 μ m et une densité apparente de 500 kg/m³. Il est utilisé principalement dans l'industrie des détergents.
- Dense : le carbonate de sodium subit une recristallisation en carbonate monohydraté puis une calcination qui donne des particules de 300 à 400 μ m et une densité apparente proche de 1 000 kg/m³. C'est cette qualité qui est la plus demandée, en particulier par l'industrie verrière et la métallurgie.

Le carbonate a une teneur supérieure à 99,5 % en Na₂CO₃, la principale impureté est NaCl : 0,1 à 0,3 %. C'est un produit qui s'hydrate et se carbonate au contact de l'air en donnant, en partie, de l'hydrogénocarbonate.

Le procédé Hou, utilisé en Chine, consiste à associer la production de carbonate de sodium, à celle d'ammoniac. Le [dioxyde de carbone](#) coproduit lors de la production d'[ammoniac](#) est utilisée à la place de celui provenant de la calcination du calcaire. La production de chlorure de calcium est ainsi évitée et le chlorure d'ammonium obtenu est utilisé comme [engrais](#) dans la culture du riz. La consommation d'énergie est de 14,25 GJ/t.

Productions

En 2018. Monde : 59,6 millions de t, Union européenne, en 2019 : 8,580 millions de t.

en milliers de t, en 2017

Chine	26 000	Allemagne	2 600
États-Unis	12 000	Inde	2 500
Turquie	3 500	Pologne	1 000
Russie	3 200	France	1 000

Source : USGS

En 2019, le carbonate synthétique représente 77 % de la production mondiale, le carbonate naturel 23 %.

En 2019, la capacité mondiale de production est de 72 millions de t/an, celle des États-Unis, de 13,9 millions de t/an, celle de l'Union européenne de 9,5 millions de t/an.

En 2019, la production de l'union européenne est de 8,580 millions de t dont 2,505 millions de t en Allemagne 987 317 de t en Espagne , 787 884 t en France. Pour les autres pays les productions sont confidentielles.

La Chine est premier producteur mondial depuis 2003. En Chine, en 2015, les capacités de production sont de 32 millions de t/an dont 17,2 millions de t/an selon le procédé Solvay, 13,8 millions de t/an selon le procédé Hou et 1,9 million de t/an de carbonate naturel.

Dans l'Union européenne : par pays et () producteurs, en 2019.

en milliers de t/an de capacités de production			
Allemagne (Solvay , Ciech , BASF)	1 805	Italie (Solvay)	1 000
Bulgarie (Solvay , Sisecam)	1 500	Roumanie (Ciech)	535
Pologne (Ciech)	1 300	Royaume Uni (Tata Chemicals)	460
France (Solvay , Seqens)	1 260	Belgique (BASF)	25
Espagne (Solvay)	1 020		

Sources : Ciech

Commerce international : en 2019.

Principaux pays exportateurs : sur un total de 17,394 millions de t.

en milliers de t			
États-Unis	7 021	Allemagne	601
Turquie	4 143	Espagne	490
Chine	1 435	Bosnie Herzégovine	444
Bulgarie	1 289	France	280
Russie	698	Kenya	248

Source : ITC

Les exportations des États-Unis ont été destinées à 19 % au Mexique, 12 % à l'Indonésie, 11 % au Brésil, 7 % à la Malaisie.

Principaux pays importateurs :

en milliers de t			
Brésil	1 412	Vietnam	626
Mexique	1 305	Italie	537
Indonésie	986	Corée du Sud	497
Inde	884	Égypte	495
Thaïlande	764	Espagne	485

Source : ITC

Les importations brésiliennes proviennent à 57 % des États-Unis, 21 % d'Espagne, 20 % de Turquie.

Principaux producteurs : en 2019.

en millions de t de capacités annuelles de production			
Solvay (Europe, États-Unis)	7,79	Shandong Haihua (Chine)	3,00
Ciner Group (États-Unis, Turquie)	6,53	Nirma Ltd. (États-Unis, Inde)	2,74
Tata Chemicals (Inde, États-Unis, Royaume-Uni, Kenya)	4,34	Ciech (Pologne, Roumanie, Allemagne)	2,36
Genesis Energy (États-Unis)	3,79	BSC Chemicals (Russie)	2,32
Tangshan Sanyou (Chine)	3,53	Sisecam (Turquie, Bosnie, Bulgarie)	2,21

- **Solvay** : n° 1 mondial (22 % des capacités mondiales et 60 % des capacités de l'Union européenne) avec une capacité de production de 7,32 millions de t/an, dont 5,1 millions de t en Europe.

Solvay produit du carbonate de sodium à partir de minerai à Green River au Wyoming (États-Unis) dans une unité de production détenue à 80 %, les 20 % restant étant propriété de Asahi Glass (Japon).

En Europe, les unités de production de carbonate de sodium synthétique sont situées en Italie (Rosignano, 1 000 000 t/an de capacités), Espagne (Torrelavega, 1 020 000 t/an de capacités), France (Dombasle, 700 000 t/an de capacités), Allemagne (Rheinburg, 600 000 t/an de capacités et Bernburg, 540 000 t/an de capacités). L'unité de production de Devnya, en Bulgarie, 1 500 000 t/an de capacités est détenue à 75 % par Solvay et 25 % par Sisecam (Turquie).

En 2011, en Chine, a pris une participation de 30 % dans l'usine de Bin Hai du groupe Tianjin Soda Ash, la capacité de l'usine étant de 800 000 t/an, la part de Solvay de 220 000 t/an de carbonate de sodium et 30 000 t/an d'hydrogénocarbonate.

- **Ciner Group**, avec l'exploitation du gisement de Green River, aux États-Unis, et ceux de Bey pazari et Kazan, en Turquie. Les capacités aux États-Unis sont de 2,95 millions de t/an, celles d'Éti Soda, en Turquie, de 1,7 million de t/an à Bey pazari et de 2,5 millions de t/an à Kazan.
- **Tata Chemicals** a produit, en 2019-20, un total de 3,670 millions de t avec du carbonate de sodium naturel, aux États-Unis, à Green River, avec 2,269 millions de t et au Kenya, avec 262 000 t et du carbonate de sodium synthétique, au Royaume Uni, à Lostock, avec 348 000 t et, en Inde, à Mithapur, dans l'État de Gujarat, avec 791 000 t.
- **Genesis Energy**, a vendu, en 2019, 3,258 millions de t.
- **Ciech**, avec 25 % des capacités de production de l'Union européenne, groupe polonais possède 2 usines de production en Pologne, à Inowroclaw et à Janikowo, avec une capacité de production de 1,45 million de t/an, une usine en Allemagne, à Stassfurt, avec 610 000 t/an et une usine en Roumanie, à Ramnica Valcea, avec 540 000 t/an où la production a été suspendue en septembre 2019.
- **Sisecam** a produit, en 2019, 2,39 millions de t, en Turquie, à Mersin avec 1,4 million de t/an, en Bosnie Herzégovine, à Lukanac avec 585 000 t/an et en Bulgarie à Devnya avec une participation de 25 %, à côté de Solvay, et une capacité de 375 000 t/an. A un projet, pour 2024, de 1,25 million de t/an, associé 50/50 avec Ciner, au Wyoming.
- **BSC Chemicals** (Bashkir Soda Company, en Russie) possède deux unités de production en Russie, à Sterlitamak avec 1 700 000 t/an et Berezniki avec 630 000 t/an.

Situation française

En 2019.

Production : 787 884 t.

Producteurs : avec 2 unités de production.

- Dombasle (54, **Solvay**) : l'usine construite en 1874, a une capacité de 700 000 t/an de carbonate de sodium et de 120 000 t/an d'hydrogénocarbonate. 70 % de la production de l'usine est destiné à l'industrie verrière.

- La Madeleine, commune de Laneuveville-devant-Nancy (54, [Segens](#)), avec une capacité de production de 560 000 t/an de carbonate et de 140 000 t/an d'hydrogénocarbonate.

Commerce extérieur :

Les exportations étaient de 279 505 t avec comme principaux marchés à :

- 35 % l'Allemagne,
- 27 % la Belgique,
- 21 % le Luxembourg,
- 6 % les Pays Bas,
- 6 % la Suisse.

Les importations s'élevaient à 363 768 t en provenance principalement à :

- 55 % de Turquie,
- 25 % de Belgique,
- 5 % des Pays Bas,
- 4 % de Bulgarie.

Utilisations

Consommations, en 2019 : Monde : 61,9 millions de t.

Chine, en 2019 : 25,2 millions de t, Europe, en 2016 : 11,4 millions de t, États-Unis, en 2019 : 5,2 millions de t, Inde, en 2016 : 3,2 millions de t.

Secteurs d'utilisation, en 2018, en %.

	Europe	Monde
Verre	62 %	53 %
Produits chimiques	16 %	15 %
Savons , détergents	7 %	12 %
Métallurgie	7 %	4 %

Sources : Ciech et [Genesis Energy](#)

- [Verre](#) : voir ce chapitre. Dans le monde, en 2018, la consommation est destinée à 27 % pour le verre plat, à 20 % pour le verre creux et à 6 % pour les autres verres.
- Produits chimiques : utilisé à 50 % dans ce secteur pour produire des phosphates sodiques ([tripolyphosphates](#) dans les détergents, l'alimentation..., voir le chapitre [H₃PO₄](#)). Employé également pour fabriquer [NaHCO₃](#) (voir ce produit), les silicates de sodium (détergents, zéolithes...).
- Na₂CO₃ tend à remplacer [NaOH](#) pour l'obtention de solutions basiques.
- Détergents : d'une part le carbonate de sodium est utilisé pour élaborer le tripolyphosphate et d'autre part, les lessives en poudre contiennent de 5 à 20 % en masse de carbonate de sodium.
- C'est également un agent neutralisant dans la fabrication des [savons](#).
- Métallurgie, [sidérurgie](#) : Na₂CO₃ est utilisé couramment comme désulfurant de la fonte, dans le traitement par [lixiviation des minerais d'uranium](#), le traitement de surface des métaux...