

CARBONATE DE SODIUM 2012

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 environ 75 % de la production mondiale) selon le procédé Solvay à partir de [chlorure de sodium](#) et de [calcaire](#).

ÉTAT NATUREL :

Gisements de carbonate de sodium : fossiles ou dans des lacs salés.

- Gisement fossile de l'état du Wyoming, 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. Il est situé entre 120 et 1 050 m de profondeur et couvrirait 2 600 km². Il est constitué de 42 couches de trona (Na₂CO₃,NaHCO₃,2H₂O) 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.

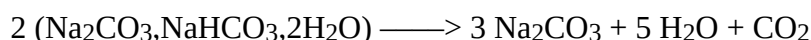
Le gisement résulte de l'accumulation de sédiments, à l'Eocène, il y a 50 millions d'années, dans deux lacs s'étendant sur les états actuels du Wyoming, du Colorado et de l'Utah avec des superficies atteignant jusqu'à 57 000 et 38 850 km².

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). Les gisements du bassin de Green River représentent 85 % des capacités américaines.

L'exploitation 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 FMC Corp.). 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.

- Sociétés exploitantes : en millions de t de capacités annuelles, en 2012.

FMC Wyoming Corp	4,40	Solvay	2,54
OCI Chemical	2,80	General Chemical	2,54

Source USGS

[FMC Wyoming Corp.](#) possède la mine de Granger et à 80 % celle de Green River, les participations restantes étant détenues par [Sumitomo Corp.](#) et [Nippon Sheet Glass Co.](#) (Japon).

[OCI Chemical](#) est détenue à 51 % par [OCI](#) (Corée du Sud) qui a racheté, en 1996, les parts de Rhône Poulenc et 49 % par [Anadarko Petroleum Corp.](#)

Les activités de [Solvay](#) sont détenues à 20 % par [Asahi Glass](#) (Japon). Par ailleurs, Solvay possède un gisement de nahcolite (hydrogénocarbonate de sodium), à Piceance Creek, dans le Colorado.

[General Chemical](#) est détenu à 75 % par [Tata Chemicals](#) (Inde) et 25 % par [Owens-Illinois Inc.](#)

- Gisement de Beypazari, en Turquie : exploité depuis 2009, par [Eti Soda](#), filiale à 74 % de [Ciner Group](#) et 26 % d'[Eti Maden](#). Le gisement a été découvert, en 1979, lors de la recherche de gisements de charbon. La capacité de production de 1,1 million de t doit être portée à 1,7 million de t en 2013. Eti Soda commence les travaux d'exploitation du gisement de Kazan, en vue d'une production de 2,7 millions de t à compter de 2017.

- 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.

- Principaux lacs :

- 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 560 000 t, en 2011.
- Sua Pan (Botswana), exploité par [Botswana Ash](#) avec une production de 250 000 t en 2011.
- 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.

- 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.

Production de carbonate naturel :

La production mondiale, en 2012, est de 13 millions de t dont 10,9 millions de t aux États-Unis. Les États-Unis sont le principal exportateur mondial avec, en 2012, 6,0 millions de t. Elles sont destinées à 16 % au Mexique, 12 % au Brésil, 10 % à l'Indonésie, 5 % au Canada, 5 % au Chili, 4 % au Japon...

L'[ANSAC](#), regroupe les activités d'exportation de 3 producteurs des États-Unis, FMC, Tata Chemicals et OCI Chemical.

Réserves de carbonate naturel : en 2012, en millions de t. Monde : 24 milliards de t.

Etats-Unis	23 000	Mexique	200
Botswana	400	Turquie	200

Source : USGS

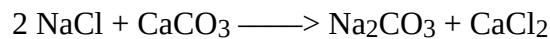
FABRICATION INDUSTRIELLE :

Le carbonate de sodium synthétique est quasi exclusivement 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.

Une coproduction de carbonate de sodium (65 000 t/an) est réalisée, lors de 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.

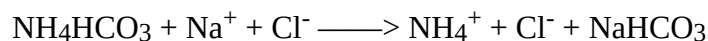
1 - Préparation d'une saumure saturée par NaCl.

2 - Absorption dans cette saumure de NH₃ recyclé.

3 - Calcination du calcaire dans un four à chaux : $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2(\text{g})$

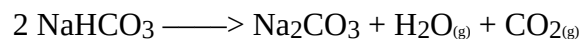
4 - Préparation d'un lait de chaux : $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$, en présence d'un excès d'eau.

5 - Carbonatation de la saumure ammoniacale avec CO₂ provenant de la calcination du calcaire et de la décomposition de l'hydrogencarbonate : NaHCO₃ peu soluble précipite.

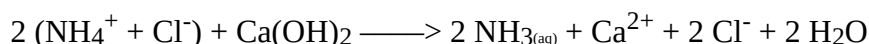


6 - Filtration de l'hydrogencarbonate.

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



8 - NH₃ est régénéré à l'aide du lait de chaux :



CaCl₂ 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 : 1,6 t, CaCO₃ : 1,1 à 1,3 t, [eau](#) de réfrigération : 20 à 50 m³, énergie : 9 à 12 GigaJ.

- Les unités de production ont des capacités pouvant atteindre 1,5 million de t/an. Elles fournissent deux qualités de carbonate de sodium :

- léger : c'est le produit obtenu directement, dont les particules ont un diamètre moyen de 100 µm 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 µm 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 procédé Hou, utilisé en Chine, consiste à associer la production de carbonate de sodium, à celle d'ammoniac. La production de dioxyde de carbone coproduit lors de la production d'ammoniac est utilisée à la place de celle provenant de la calcination du calcaire. La production de chlorure de calcium est ainsi évitée et le chlorure d'ammonium produit est utilisé comme engrais dans la culture du riz.

- 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.

PRODUCTIONS : en 2011, en millions de t. Monde : 51,3, Union européenne : 9,2.

Chine	23	Inde	1,5
Etats-Unis	10,7	Pologne	1,0
Allemagne	2,7	France	1,0
Russie	2,6	Bulgarie	0,8
Turquie	2,0	Ukraine	0,7

Source : USGS

La Chine est premier producteur mondial depuis 2003.

Dans l'Union européenne : par pays et () producteurs, en 2011, en milliers de t.

Allemagne (Solvay , Ciech , BASF)	2 660	Italie (Solvay)	500
Pologne (Ciech)	1 010	Royaume Uni (Tata)	500
France (Solvay , Novacarb)	1 000	Roumanie (Ciech , GHCL)	450
Bulgarie (Solvay)	800	Portugal (Solvay)	150
Espagne (Solvay)	500		

Sources : USGS

Commerce international : en 2011, il a porté, hors commerce intra-européen, sur 8,6 millions de t. Les principaux pays exportateurs sont les Etats-Unis, avec 5,3 millions de t, la Chine, avec 1,7 million de t, la Turquie, avec 700 000 t.

Producteurs : en millions de t de capacités annuelles de production, en 2012.

Solvay (Europe, Etats-	7,0	Ciech (Pologne,	2,2
--	-----	---------------------------------	-----

Unis, Egypte)		Roumanie, Allemagne)	
Tata Chemicals (Inde, Etats-Unis, Royaume-Uni, Kenya)	5,0	JSC Soda (Russie)	2,0
FMC (États-Unis)	4,4	Sisecam (Turquie, Bosnie, Bulgarie)	1,9
OCI Chemical (Etats-Unis)	2,8	GHCL (Inde, Roumanie)	0,9

Sources : rapports annuels des sociétés

Solvay : n° 1 mondial avec une capacité de production de 7 millions de t, dont 5,1 millions de t en Europe.

- Solvay produit du carbonate de sodium à partir de minerai à Green River au Wyoming (Etats-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, 1 020 000 t de capacités), Espagne (Torrelavega, 950 000 t de capacités), France (Dombasle, 700 000 t de capacités), Allemagne (Rheinburg, 600 000 t de capacités et Bernburg, 540 000 t de capacités), Portugal (Povoa, 230 000 t de capacités). L'unité de production de Devnya, en Bulgarie, 1 350 000 t de capacités est détenue à 75 % par Solvay et 25 % par Sisecam (Turquie).

- Solvay produit également du carbonate de sodium en Egypte, à Alexandrie, avec 130 000 t/an de capacité et 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 de carbonate de sodium et 30 000 t d'hydrogencarbonate.

[Tata Chemicals](#) a produit, en 2011-12 du carbonate de sodium naturel, aux Etats-Unis, à Green River, avec 2 376 161 t et au Kenya, avec 484 612 t et du carbonate de sodium synthétique, au Royaume Uni, à Winnington et Lostock, avec 804 627 t et, en Inde, à Mithapur, dans l'état de Gujarat, avec 696 746 t.

[Ciech](#), groupe polonais possède 2 usines de production en Pologne, à Inowroclaw, avec une capacité de production de 600 000 t/an et à Janikowo, avec 600 000 t/an, une usine en Allemagne, à Stassfurt, avec 580 000 t/an et une usine en Roumanie, à Gorova, avec 430 000 t/an.

SITUATION FRANÇAISE : en 2012, 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'hydrogencarbonate. 70 % de la production de l'usine est destiné à l'industrie verrière.

- La Madeleine, commune de Laneuveville-devant-Nancy (54, [Novacarb](#), filiale de Novacap) : capacité : 560 000 t/an.

- Exportations : 314 177 t vers l'Allemagne à 36 %, la Belgique à 31 %, le Luxembourg à 14 %, les Pays Bas à 9 %.

- Importations : 220 056 t de Belgique à 34 %, de Turquie à 25 %, des Etats-Unis à 24 %.

UTILISATIONS :

Consommations, en 2012 : Monde : 52 millions de t.

Chine : 22 millions de t, Europe : 11,4 millions de t, Etats-Unis : 5 millions de t, Inde : 2,7 millions de t.

Secteurs d'utilisation, en %

	États-Unis (2012)	Monde (2011)
Verre	48	55
Produits chimiques	29	10
Savons, détergents	8	14
Désulfuration des gaz de combustion	3	
Papier	2	1
Métallurgie		5

- [Verre](#) : voir ce chapitre. Aux Etats-Unis, en 2011, la consommation dans ce secteur est destinée à 51 % pour le verre creux, 39 % le verre plat, 5 % les fibres.

- [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 NaHCO_3 (voir ci-dessous), les silicates de sodium (détergents, [zéolithes](#)...).

Na_2CO_3 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 (voir le chapitre [NaOH, savons, lessives](#))

C'est également un agent neutralisant dans la fabrication des [savons](#).

- [Métallurgie, sidérurgie](#) : Na_2CO_3 est utilisé couramment comme désulfurant de la fonte, dans le traitement par [lixiviation des minerais d'uranium](#), le traitement de surface des métaux...