

CHLORURE DE SODIUM 1993

ETAT NATUREL : origine marine : teneur moyenne des océans : 30 g/l (20 g/l en mer Baltique, 79 g/l en mer Morte), soit 40 millions de milliards de t.

Le sel est soit récupéré à partir de l'eau de mer dans des marais salants, soit exploité dans des gisements de sel gemme qui ont été formés par dépôts à partir d'eau de mer.

Aux Etats-Unis, les réserves de sel gemme sont estimées à plus de 55.10^{12} t.

Principaux constituants de l'eau de la mer Méditerranée (en kg par tonne) :

concentration	ions	concentration	ions	concentration	ions
20,4	SO_4^{2-}	2,8	Ca^{2+}	0,4	HCO_3^-
11,4	Mg^{2+}	1,4	K^+	0,4	Br^-

Sels formés par évaporation totale dans les marais salants (en kg/t) :

sels	masse (kg)	sels	masse (kg)	sels	masse (kg)
NaCl	28,46	MgSO_4	2,22	KCl	0,74
MgCl₂	3,73	CaSO₄	1,46	NaBr	0,09

Cristallisation fractionnée lors de l'évaporation de l'eau de mer :

densité	volume de solution	sel précipité
1,025	1000	
1,059	476	CaCO₃
1,125	200	$\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$
1,209	112	NaCl
1,264	30	MgCl_2 et MgSO_4

Dans le monde, 800 installations industrielles de récupération de sel de mer traitent quotidiennement 2 millions de m^3 d'eau de mer pour récupérer par jour 50 000 t de sels divers (à 85 % NaCl) et 1 500 t de MgCl_2 .

RESSOURCES :

Sel de première intention obtenu à partir :

- de l'eau de mer par la technique agricole des marais salants (salins) :

Exemple : Salin de Giraud (13), capacité de production : 1 million de t de sel/an,

superficie : 11 000 ha. Pompage de 10 à 15 m³ d'eau de mer par seconde qui parcourt un circuit de 70 à 100 km. Utilise une énergie solaire gratuite de 2 millions de t équivalent-pétrole. Après cristallisation du sel, le traitement des "eaux mères" donne des produits magnésiens (sulfate, hydroxyde, chlorure...).

- de gisements de sel gemme (halite) par technique minière. Teneur minimale des gisements pour être exploités : 90 % en NaCl. En France, une seule mine en exploitation : St Nicolas-Varangéville, près de Nancy (54), à 160 m de profondeur, gisement de 12 000 km² de superficie, mille milliards de t de réserves. Capacité de production : 300 000 t/an . Le puits a été foré en 1868. La plus importante mine de sel gemme au monde, à 700 m de profondeur, est située à Borth (Allemagne) et est exploitée par le groupe Solvay.

- de gisements de sel gemme par circulation d'eau in situ : on obtient des saumures saturées en sel (environ 300 g/l). L'eau de ces saumures peut être évaporée artificiellement dans des salines pour obtenir du sel cristallisé (sel ignigène). Les saumures (sel de dissolution) peuvent être aussi utilisées directement comme matière première industrielle pour la production de Cl₂.

Production fatale de sel lors :

- du traitement de minerais : sel thermique (ou sel coproduit) obtenu lors du traitement de la sylvinite (minerai de potasse).

- de procédés industriels : la concentration des lessives de soude donne, par an, en France, environ 600 000 t de sel qui est directement recyclé pour produire du dichlore et de la soude.

PRODUCTIONS (sel cristallisé et de dissolution) : en 1989, en millions de t. Monde (1990) : 193,5, Union Européenne (1992): 33,4 (dont 15,1 de dissolution).

Etats-Unis	39,4	Inde	8,3
URSS	29,0	Australie	7,7
Chine	22,7	France	7,5
RFA	12,1	Mexique	7,0
Canada	11,8	Royaume-Uni	6,7

Cas particulier du Japon : pour des raisons climatiques, la technique des marais salants ne peut pas être utilisée. Ce pays a développé la production de sel par électrodialyse : 1,2 million de t en 1987, à l'aide de 900 000 m² de membranes. La production de sel est la 2ème utilisation de l'électrodialyse dans le monde, après le dessalement des eaux saumâtres.

Commerce mondial : les ressources en sel sont bien réparties et abondantes sauf au Japon (production : 1,4 million de t/an, consommation : 7,3 millions de t/an, sel importé surtout d'Australie et du Mexique) et en Scandinavie (pas de production,

importations : 2,3 millions de t/an). Les échanges mondiaux portent sur environ 15 % de la production de sel cristallisé.

Principaux producteurs mondiaux : en capacités annuelles de production.

n°1 : Akzo (Pays-Bas) : 15 millions de t.

n°2 : Solvay (Belgique) : 12 millions de t.

SITUATION FRANCAISE : en 1993 et en 1992 pour l'Union européenne et l'Europe.

Production (en milliers de t)	France	Union Européenne	Europe
sel gemme	116	6 168	6 248
sel de marais salants	1 283	3 048	4 346
sel ignigène	1 119	8 025	8 852
sel thermique	294	1 049	1 049
total sel cristallisé	2 812	19 456	20 505
sel de dissolution	4 386	15 123	15 344
total sel	7 198	33 413	35 849

- La production de sel gemme provient totalement de la mine de St Nicolas-Varangéville (54).

- La production, dans les marais salants a été effectuée à 99,4 % en Méditerranée. La récolte de 1979, exceptionnelle, avait été de 1,8 millions de t. La production des marais salants dépend fortement des conditions météorologiques (un violent orage sur Salin de Giraud peut amputer la production française de 100 000 t).

- La production ignigène provient à 46 % de Lorraine, 45 % de Franche Comté et 9 % du Sud-Ouest.

- La production de sel thermique est effectuée par les Mines de Potasse d'Alsace.

- Importations : 205 100 t (Allemagne : 29 %, Pays-Bas : 26 %, Belgique-Luxemb. : 18 %).

- Exportations : 460 900 t (Italie : 33 %, Allemagne : 27 %, Belgique-luxemb : 10 %).

- Effectif employé : environ 3 000 personnes.

Production des marais salants :

En 1857, la production française de sel de mer était de 445 000 t dont 208 000 t sur la côte atlantique. Actuellement, cette production est faible, comparée à celle de la côte méditerranéenne : 11 000 t en 1992 (au 3/4 dans la presqu'île de Guérande (44)).

Exploitations salinières méridionales (capacités annuelles de production) :

Salin de Giraud	1 000	Fos, Berre	53 000
-----------------	-------	------------	--------

	000 t		t
Aigues-Mortes	400 000 t	Salins du Var	30 000 t
Salins de l'Aude (Gruissan, St Lucie, La Palme)	70 000 t	Porto Vecchio	1 200 t

Cas particulier du salin de Berre : il est alimenté en saumure (de concentration nettement plus élevée que l'eau de mer) provenant du gisement de sel gemme de Manosque. Celui-ci sert (dans les cavités libérées par l'exploitation du sel de dissolution), depuis 1968, pour le stockage d'hydrocarbures liquides. Les saumures circulent de Manosque au Salin de Berre en période de stockage d'hydrocarbures et en sens inverse en période de déstockage. De nouvelles cavités ont été créées par lessivage de sel en 1991 afin de stocker du gaz naturel pour Gaz de France. Les 3 millions de m³ de saumures formés ont été emmagasinés dans les étangs de Lavalduc et d'Engrenier. La saumure est transportée par salinoduc (ou saumoduc). Solvay exploite entre l'Allemagne et des usines de la Sambre (Belgique), un saumoduc de 286 km de long.

Les cavités de sel d'Étrez (01) et de Tersanne (26) permettent également de stocker du gaz naturel. Les 14 cavités de Tersanne de 160 000 m³ en moyenne, soit au total 2,24 millions de m³ permettent de stocker, sous pression (de 80 à 245 bar), 420 millions de m³ (conditions normales) de gaz naturel. Elles ont donné lors de leur formation, par dissolution du sel, 6 millions de t de sel livré à Rhône-Poulenc. Le creusement a été effectué entre 1969 et 1984.

Principaux producteurs français :

- Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est (SM) en 1993 :

- Chiffre d'affaires : 1 559 millions F (dont 18 % à l'exportation) réalisé à 74 % dans le sel (marque : "La Baleine") et 23 % dans le vin (récolte de 111 000 hl de vin, vente de 36 millions de bouteilles, en particulier de la marque "Listel"). C'est l'un des plus importants propriétaires fonciers privés, en France : 33 000 ha de terrains.

- Effectif : 1 967 personnes.

- Production : 2,6 millions t de sel (1,9 million de t en France), dont 247 000 t à l'exportation. Productions également en Tunisie (475 000 t), Sénégal (85 000 t), Maroc (50 000 t), Madagascar (35 000 t), Îles du Cap Vert (3 000 t).

- Exploite (productions de 1993) :

- les marais salants méditerranéens (Salins de Giraud, Aigues-Mortes) : 1 275 500 t.

- la mine de sel gemme de St Nicolas-Varangéville : 116 000 t. Le sel produit est destiné, principalement, au déneigement. La production dépend donc des conditions climatiques. L'hiver ayant été doux, les ventes ont été faibles et la mine fermée durant 6 mois.

- du sel ignigène à Varangéville (500 000 t) et Dax (46 000 t).
- A produit, en 1990, 93 000 t de pastilles de sel pour l'adoucissement de l'eau. Sa capacité de production de sulfate de magnésium est de 6 000 t/an.
- Solvay qui produit le sel de marque "Cérébos" et sa filiale SISB (Société Industrielle et Salines de Bayonne) autoconsomme du sel ignigène (700 000 t de capacité annuelle dont 398 000 t à Tavaux (39), 172 000 t à Dombasle et Einville (54), production également dans le Sud-Ouest à Salies-de-Béarn et Bayonne) et de dissolution produit à Dombasle et Tavaux.
- Rhône Poulenc (Compagnie Industrielle et Minière) produit du sel de dissolution, à Hauterives (26), qui est autoconsommé, après transport par saumoduc, à Pont de Claix (38).
- Atochem (Elf Aquitaine) produit du sel de dissolution (500 à 600 000 t/an) à Vauvert (30), pour alimenter les usines de Fos-sur-Mer et Lavéra (13).
- Les Mines de Potasse d'Alsace (groupe E.M.C.) ont une production fatale de sel largement utilisé en déneigement.

UTILISATIONS :

Consommations de sel cristallisé par secteurs : en 1993, en milliers de t.

Consommation (en milliers de t)	France	Union Européenne	Europe (1992)
Industrie chimique	965	8 136	9 029
Déneigement	443	3 432	2 585
Industries diverses (*)	457	3 192	3 321
Consommation humaine	399	2 182	3 379
Agriculture (*)	206	-	-
Total	2 470	16 942	18 314

* La consommation agricole, est comptée, pour l'Europe et l'Union Européenne, dans les industries diverses.

Aux Etats-Unis, la consommation est de 45 millions de t/an dont 10 millions de t/an pour le déneigement.

Une partie du sel compté en consommation humaine (ou agricole) sert au déneigement.

En prenant en compte le sel de dissolution, la part de l'industrie chimique est de 75 %.

Alimentation humaine : en France, consommation à 25 % par les ménages, 75 % par l'agro-alimentaire.

- ingestion totale quotidienne actuelle : 7 à 8 g/personne (1 g naturellement présent dans les aliments, 3-4 g dans les aliments fabriqués industriellement, 2-3 g ajoutés à

la cuisine ou sur la table),

- besoin minimum de l'organisme : 6 g/jour/personne,
- 12 g sel/kg de pain,
- Supplémentation de NaI depuis 1952 (15 mg de I⁻/kg) et de KF depuis 1985 (250 mg ± 15 % de F⁻/kg). Le sel iodé représente 49 % de la consommation des ménages en sel, le sel iodé-fluoré 41 %.

Agriculture : alimentation du bétail, désherbant, engrais pour la culture des betteraves.

Industries diverses :

- cuirs et peaux (agent déshydratant),
- textiles (fixation des bains de teinture),
- régénération des résines échangeuses d'ions utilisées pour l'adoucissement de l'eau : en France, utilisation de 250 à 300 000 t de NaCl/an. On constate souvent que les utilisateurs oublient de régénérer les résines. Une enquête américaine montre que c'est le cas pour 40 % des utilisateurs aux Etats-Unis.

Industries chimiques :

- production de Cl₂-NaOH par électrolyse,
- production de carbonate de sodium (verre, papier, corps gras),
- production de sulfate de sodium (papier kraft).

Stockage de déchets dans des mines de sel : En Allemagne, à Herfa-Neurode, dans la mine de sel de Wintershall : stockage de 1 million de t de déchets. En France, études par Lorraine Environnement (SM et Lyonnaise-Dumez) pour un stockage dans la mine de sel de St Nicolas (à 160 m de profondeur, pour 50 000 t/an) et par Stocamine (EMC) dans l'ancienne mine Joseph-Else, des Mines de Potasse d'Alsace (capacité de stockage : 320 000 t).

Pollution du Rhin par NaCl :

En 1985, à l'entrée des Pays-Bas (à Bimmen-Lolith), le Rhin charriait 11,35 millions de t/an de chlorures exprimés en ion Cl⁻. En 1991, 10,03 millions de t. Les Mines de Potasse d'Alsace ont réduit leurs rejets dans le Rhin à compter de 1987, leur maximum autorisé passant de 130 à 115 kg/s. Les rejets ont été de 114 kg/s en 1987 et ont régulièrement baissé pour atteindre 7 kg/s en 1993. A compter du 1-1-1992, une 2ème étape de la Convention de Bonn de 1976 a été mise en oeuvre, par stockage de sel aux MDPA, modulé en fonction de la teneur en sel du Rhin à la frontière hollandaise (seuil de 200 mg de Cl⁻/l). La capacité de ce stockage modulé est de 56 kg/s de Cl⁻. Les quantités totales stockées à ce titre ont été, en 1992, de 135 000 t de NaCl (entre le 15-09 et le 30-10) et, en 1993, de 78 000 t de NaCl (entre le 30-03 et le 07-04).

