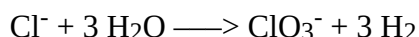


## CHLORATE DE SODIUM 1996

**FABRICATION INDUSTRIELLE** : la formation d'ions  $\text{ClO}_3^-$  peut être réalisée par :

- dismutation des ions [ClO-](#) en phase homogène, vers 70-80°C et à  $6,1 < \text{pH} < 6,6$ ,
- oxydation électrochimique des ions  $\text{ClO}^-$ .

Dans tous les cas, on part d'[hypochlorite de sodium](#) formé par électrolyse, dans des cellules sans séparateur, d'une solution de [NaCl](#). La réaction globale est la suivante :



Actuellement, de plus en plus, la formation des ions  $\text{ClO}_3^-$  est effectuée par dismutation des ions  $\text{ClO}^-$ , dans un réacteur couplé à la cellule d'électrolyse de NaCl. Les cathodes sont en [acier](#), les [anodes de type DSA](#), la distance séparant les électrodes est de 3 à 5 mm. Un ajout de dichromate de sodium (1 à 5 g/L) permet d'éviter une réduction partielle de  $\text{ClO}^-$  et  $\text{ClO}_3^-$ . La tension est de 2,75 à 3,10 V, les densités de courant de 15 à 25 A/dm<sup>2</sup>, la consommation énergétique de 4 600 à 4 900 kWh/t de chlorate de sodium. L'électrolyte circule rapidement (1 m/s) dans la cellule jusqu'à ce que la concentration en chlorate atteigne 625 g/L. Le pH est maintenu par ajout de [HCl](#).

NaClO<sub>3</sub> cristallisé, à 99,5 % de pureté, est obtenu par évaporation sous vide.

- Consommations : pour 1 t de NaClO<sub>3</sub>.

NaCl	: 550 kg	BaCl <sub>2</sub>	: 2 kg
HCl à 100 %	: 10 kg	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	: 0,3 kg

- En 1987, environ 20 % de la production mondiale de NaClO<sub>3</sub> était effectuée sur les lieux d'élaboration de la pâte à papier.

- Le [dihydrogène](#) coproduit par l'usine [Elf Atochem](#) de Jarrie (38) est utilisé pour la fabrication de [peroxyde d'hydrogène](#) dans l'usine voisine d'Oxysynthèse (50 % Atochem, 50 % [Air Liquide](#)).

**PRODUCTIONS** : en 1992, en 10<sup>3</sup> t de capacités annuelles de production.

Monde (hors ex URSS et Chine) : 2 530

Amérique Nord	du : 1 650	Asie	: 165
Europe	: 670		

Productions en 1996 : Canada : 886 000 t, États-Unis : 626 000 t.

**Producteurs mondiaux** : en 1992, en 10<sup>3</sup> t de capacités de production.

Eka Nobel	: 790	Finchem	: 140
-----------	-------	---------	-------

(Finlande)

Albright et Wilson : 320  
(Canada)

Elf Atochem : 75  
(France)

Occidental (États-Unis, : 320  
Canada)

Le groupe Eka Nobel possède 13 sites de production en : Suède, États-Unis, Canada, Chili, Brésil, France.

**SITUATION FRANÇAISE** : en 1992.

[Elf Atochem](#) produit 75 000 t/an à Jarrie (38), la capacité de production doit être portée à 90 000 t/an. Elf Atochem possède également des unités de production aux États-Unis, à Portland (Oregon) et Tacoma (Washington), 75 000 t/an chacune.

Une unité de 50 000 t/an exploitée par Eka Nobel a été mise en service en 1992, à Ambès (33).

**UTILISATIONS** :

**Consommations** (hors ex URSS et Chine) : en 1991, Monde : 1 660 000 t.

Amérique du Nord : 60 %      Asie : 3 %

Europe : 10 %

- La France avec 47 000 t consommées en 1991 (3 % de la consommation mondiale) est le 1<sup>er</sup> consommateur de l'Union Européenne.

**Secteurs d'utilisation**, dans le Monde (hors ex URSS et Chine) et ( ) en France :

Pâte à papier : 88 % (55 %)      Désherbage : 2 % (10 %)

Chimie : 8 % (32 %)      [Minerai d'uranium](#) : 2 % (3 %)

Pâte à papier : NaClO<sub>3</sub> donne in situ, le dioxyde de chlore (ClO<sub>2</sub>, gaz explosif ne pouvant être ni stocké ni transporté) utilisé dans le blanchiment des pâtes chimiques (pâtes kraft et pâtes au bisulfite).



La production mondiale de ces pâtes (hors ex URSS et Chine) a été en 1991 de 70 millions de t dont 14 millions de t en Europe de l'ouest, en 1992. ClO<sub>2</sub> remplace [Cl<sub>2</sub>](#) dans les pâtes ECF (elemental chlorine free) mais est concurrencé dans la fabrication des pâtes au bisulfite par le [dioxygène](#) et l'[eau oxygénée](#) (pâtes TCF : totally chlorine free). La consommation moyenne mondiale de NaClO<sub>3</sub> est de 20 kg par t de pâte (25,6 kg/t en Scandinavie). Dans le cas des pâtes au sulfates (pâtes kraft) qui représentent 85 % de la production mondiale, l'utilisation de Cl<sub>2</sub> ou ClO<sub>2</sub> reste indispensable.

Évolution de la consommation des divers agents de blanchiment aux États-Unis et au Canada :

	1985	1991
<a href="#">Dichlore</a>	2 152 000 t	1 828 000 t
Chlorate de sodium	680 000 t	1 157 000 t
<a href="#">Dioxygène</a> et autres	110 000 t	250 000 t
<a href="#">Peroxyde d'hydrogène</a>	61 000 t	158 000 t
Hydrogénosulfite de sodium	35 000 t	45 000 t

Chimie : dans le monde en 1991 : consommation de 133 000 t destinée à 85 % à la production de dérivés chimiques : ( ) consommations de chlorate de sodium pour leur fabrication.

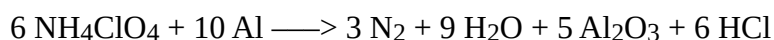
- Dérivés chimiques :

- [Chlorate de potassium](#) (38 500 t) destiné à la fabrication des [allumettes](#), voir ci-dessous.

- Perchlorates dont :

- perchlorate de sodium : obtenu par oxydation électrolytique d'une solution de NaClO<sub>3</sub>. En France, production par [Elf Atochem](#) (n°1 européen, n°3 mondial) à Jarrie (38), capacité de 8 000 t/an et à Chedde (74). Autres producteurs, aux États-Unis : Kerr McGee et Pepcon. Il est utilisé dans la fabrication de bouillies explosives et comme intermédiaire dans la fabrication du perchlorate d'ammonium.

- perchlorate d'ammonium (34 500 t) utilisé essentiellement pour la propulsion d'engins militaires et civils (navettes américaines, fusées Ariane). En France, la production est effectuée par l'usine Eupera (66 % SNPE) de Toulouse d'une capacité de 5 500 t/an. La consommation militaire française est de 500 à 600 t/an en particulier pour les missiles M45 des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins. Le perchlorate d'ammonium (NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>) entre à 68 % dans les 237 t de propegol solide (poudre), en présence de polybutadiène (14 %) et de poudre d'[aluminium](#) (18 %), utilisées dans les "boosters" d'Ariane 5. La combustion doit durer 123 s et assurer 92 % de la poussée du lanceur au décollage. Chaque seconde, expulsion de 1,9 t de gaz à 3000 K provenant, en partie, de la réaction suivante :

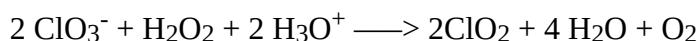


- perchlorate de lithium, utilisé dans la fabrication de piles bouton.

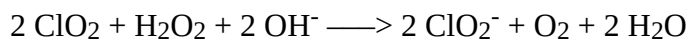
- perchlorate de potassium, utilisé en pyrotechnie civile.

- Chlorite de sodium (33 000 t) : NaClO<sub>2</sub> est obtenu par réduction à l'aide de [SO<sub>2</sub>](#), [HCl](#), [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>](#) ou de [méthanol](#), de solutions de NaClO<sub>3</sub>. Le procédé d'[Elf Atochem](#) (n°1 mondial) à Pierre Bénite (69), utilise une réduction par H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, en deux étapes. Dans un premier temps, en présence d'[acide](#)

[sulfurique](#) et d'air pour diluer ClO<sub>2</sub> et ainsi éviter les risques d'explosion, du dioxyde de chlore est formé :



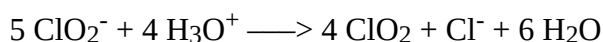
Ensuite, les gaz sont lavés puis ClO<sub>2</sub> est réduit dans des colonnes d'absorption en présence de [soude](#) :



En général, le chlorite de sodium est obtenu et commercialisé en solution concentrée.

Le chlorite de sodium est principalement utilisé pour former, in situ, du dioxyde de chlore employé pour la [purification de l'eau](#), dans des installations de faible capacité, ou le blanchiment des textiles.

La média-mutation de ClO<sub>2</sub><sup>-</sup> en ClO<sub>2</sub> est réalisée par HCl ou [Cl<sub>2</sub>](#).



Utilisé également comme agent oxydant dans le blanchiment des [tripolyphosphates](#) (lessives), la synthèse de colorants, le traitement de surface...

[Minerai d'uranium](#) : NaClO<sub>3</sub> est utilisé dans le traitement acide du minerai (1 à 2 kg/t de minerai). Concurrencé par d'autres oxydants : [pyrolusite](#) (MnO<sub>2</sub>), [HNO<sub>3</sub>](#) (voir le chapitre consacré à l'uranium).

[Désherbage](#) : place importante de NaClO<sub>3</sub>, en France, dans le désherbage domestique : 30 % des ventes de désherbant. Mais cette consommation est en déclin.

Le rôle des ions ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans le désherbage est lié à leur structure, analogue à celle des ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> utilisés comme [engrais](#). Ces derniers sont assimilés par les racines des plantes puis réduits en ions nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), cette réduction étant catalysée par une enzyme, la nitrate réductase. Dans le cas des ions chlorates, la réduction par la nitrate réductase donne des ions chlorite (ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ce qui a pour effet de tuer les cellules dans lesquelles s'effectuent cette réaction.