

## BORATES 1993

De façon générale la teneur des minerais et des borates (formés d'anions de type  $(BmOn)^{X-}$ ) est exprimée en oxyde de bore ( $B_2O_3$ ).

**ÉTAT NATUREL** : teneur moyenne de l'écorce terrestre en bore : de l'ordre de 3 ppm.

Teneur moyenne de l'eau de mer en bore : de 4 à 5 mg/l.

**Minerais** : principal : borax ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) appelé tincal, aux États-Unis.

Autre minerai important : colémanite ( $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ ), exploité en Turquie.

Les autres minerais exploités sont nombreux. Parmi ceux-ci : kernite

( $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ , associé au borax), pricéite ( $Ca_2B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$ , en Turquie),

szaibelyite ( $MgBO_2(OH)$ , en ex-URSS), sassolite ( $B(OH)_2$ , acide borique naturel, en

Italie), boracite ( $Mg_3B_7O_{13}Cl$ , associé, en Europe, aux gisements de potasse (KCl)),

ulexite ( $NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$ , en Amérique du sud).

**Exploitations minières** : les principaux gisements mondiaux, exploités à ciel ouvert, contiennent de moins de 50 à plus de 80 % de borates. Ils sont situés en Turquie et aux États-Unis.

Turquie : de très nombreux gisements (852 sites exploités en 1989) situés entre la mer Égée et la ville de Kütahya (250 km à l'ouest d'Ankara). L'ensemble de la production est contrôlé par le groupe d'état Etibank et emploie 114 000 personnes. 2

exploitations principales :

- Emet : gisement découvert en 1956, produisant essentiellement de la colémanite.

- Kirka : gisement découvert vers 1970, produisant principalement du borax.

États-Unis : en Californie. Principaux gisements :

- Boron : découvert en 1913, situé à 150 km au Nord-Est de Los Angeles dans le désert de Mojave. Le gisement, exploité par US Borax, se présente sous la forme d'une lentille de 2 km par 1 km et de 100 m d'épaisseur moyenne, enfouie sous environ 80 m de stérile. Minerai principal : borax (tincal). Production, en 1991, de 467 000 t exprimées en  $B_2O_3$ .

- Searles Lake : découvert en 1863, dans un lac au centre d'une vallée désertique située entre la Vallée de la Mort et Boron. Dans le lac, le bore (1,5 %) est associé à de nombreux autres ions, la production principale étant celle de carbonate de sodium (voir le chapitre consacré à ce composé). Fin 1990, North American Chemical Corp. a repris les activités de la société Kerr Mc Gee Chemical Corp. La production du lac représente de l'ordre de 20 à 25 % de la production de borates des États-Unis.

**Productions** : en 1993, exprimées en milliers de t de  $B_2O_3$ . Monde : 1 250.

Turquie	525	Argentine, Chili	140
États-Unis	525	Russie, Kazakhstan, Chine	60

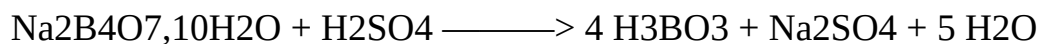
**Réserves** : estimées à 322 millions de t exprimées en B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Elles sont principalement situées en Turquie et aux États-Unis.

**Traitement du minerais :**

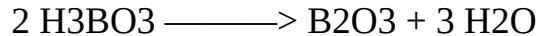
- Dans le cas de gisements de borax, le minerai broyé est mis en présence d'eau à l'ébullition. Le borax passe en solution et est ainsi séparé de la gangue insoluble. Il est récupéré par évaporation de l'eau, cristallisation avec 5 (pentahydraté) ou 10 (décahydraté) molécules d'eau puis centrifugation. Les produits sont ensuite séchés dans des fours tournants.

On obtient ainsi le principal produit commercialisé, le borax ou tétraborate de disodium décahydraté (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O). La consommation d'énergie est de l'ordre de 8,6 GJ/t de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Le borax anhydre, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, est obtenu par chauffage vers 400°C.

L'acide borique (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ou acide orthoborique) est préparé par attaque sulfurique du borax :



L'oxyde de bore (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) est obtenu par déshydratation, à 300°C, de l'acide borique :



- Dans le cas de minerai de colémanite, celui-ci est soit directement utilisé après purification, soit il subit un traitement à l'aide de carbonate de sodium qui donne le borax ou une attaque sulfurique qui donne l'acide borique.

- Dans le cas des saumures du lac Searles, une cristallisation fractionnée donne le borax ou une extraction par solvant et acidification donne l'acide borique.

**Principaux producteurs :**

- Etibank : contrôle la production turque.

- Borax filiale du groupe minier britannique RTZ qui exploite, aux États-Unis (filiale US Borax) le gisement de Boron. En France, la filiale du groupe est le Borax Français. Les minerais produits par la société, ou importés de Turquie, sont raffinés en Californie, en Argentine et en France.

**SITUATION FRANÇAISE :**

- Pas de production minière.

- Importations : 219 410 t de borates en 1991.

- Production de divers borates à partir de minerais importés, à Coudequerque (59) par le Borax Français, filiale de Borax (groupe RTZ). La capacité de production de l'usine

est de 100 000 t/an de produits, soit 6 t/h de borax à partir de minerai importé des États-Unis et 10 t/h d'acide borique cristallisé à partir de colémanite importée de Turquie. Le chiffre d'affaires de l'usine est, en 1990, de 320 millions de F (450 millions de F pour Le Borax Français), l'effectif de 150 personnes et la production est exportée à 80 %.

**UTILISATIONS** : Les principaux composés du bore sont utilisés, à plus de 99 % des quantités consommées, sous forme de borates ou de perborates.

**Consommations** : en 1992, aux États-Unis : 345 000 t exprimées en B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Secteurs d'utilisation** des borates et des composés du bore : en France et ( ) en 1992, aux États-Unis.

Industrie du verre	50 % (61 %)	Émaux, céramiques	10 % (2 %)
Détergents	20 % (11 %)	Agriculture	5 % (3 %)
Sidérurgie	15 %		

Industrie du verre : principal secteur d'utilisation. En 1992, aux États-Unis, sur une consommation totale de 345 000 t exprimées en B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, les consommations dans ce secteur sont de :

- 124 950 t dans les fibres de verre d'isolation,
- 60 173 t dans les fibres de verre de renforcement de plastiques,
- 29 288 t dans le verre borosilicaté.
- Fibres de verre d'isolation (laine de verre) : contiennent de 4 à 5 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qui facilite la fusion, empêche la dévitrification et améliore la résistance à l'eau.

Utilisation de borax pentahydraté lors de la fabrication des fibres.

- Fibres de verre de renforcement de matières plastiques : contiennent de 6 à 8 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Utilisation de colémanite lors de la fabrication de ces fibres qui n'admettent pas des teneurs élevées en sodium. Ces fibres sont utilisées dans la fabrication de coques de voiliers, cannes à pêche et de matériaux composites utilisés dans la furtivité (leur non conductivité et leur faible constante diélectrique les rendent transparents aux radars).
- Verre borosilicaté (Pyrex) : renferme de l'ordre de 12,5 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qui apporte la résistance aux chocs thermiques et aux acides. L'oxyde de bore est apporté sous forme de borax hydraté ou anhydre ou d'acide borique.

Détergents : utilisation aux États-Unis sous forme de borax et en Europe et récemment aux États-Unis sous forme de perborates de sodium (NaBO<sub>3</sub>) mono ou tétrahydratés. Les perborates entrent, à des teneurs de 10 à 20 % pondéral, dans les lessives, voir le chapitre consacré à l'acide phosphorique et aux lessives. Le monohydrate est utilisé dans les poudres compactes.

- Le perborate de sodium est fabriqué, après attaque par la soude (avec parfois ajout

de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) du borax qui donne une solution de métaborate de sodium, par précipitation à l'aide de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vers 20°C.



Le n°1 mondial dans la fabrication des perborates est Interlox (groupe Solvay), 250 000 t/an. N°2 mondial : Degussa, 150 000 t/an.

Elf Atochem produit du perborate, en particulier à Pierre Bénite (69), capacité de 48 000 t/an de tétrahydrate et 13 000 t/an de monohydrate.

Chemoxal, filiale de l'Air Liquide, possède des capacités de production équivalentes, pour les 2 perborates, dans son usine de Chalon sur Saône (71).

- Les perborates qui libèrent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> au dessus de 60°C, sont les principaux agents de blanchiment utilisés en Europe. Voir le chapitre H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> - lessives.

Émaux et glaçures céramiques : comme dans le cas des verres (les émaux et les glaçures sont des verres), l'oxyde de bore facilite la formation du verre et sa teneur permet d'ajuster les coefficients de dilatation thermique du support et du revêtement. Il augmente l'indice de réfraction et la résistance aux attaques chimiques et aqueuses.

Agriculture : le bore est un oligo-élément essentiel à la croissance et au développement des plantes (il est un des constituants des parois cellulaires). Des borates, sous forme de borax ou d'octoborate (Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub>·4H<sub>2</sub>O) peuvent être ajoutés au engrais.

Sidérurgie et métallurgie : les borates dissolvent les oxydes métalliques et sont donc utilisés comme flux dans la soudure et le brasage (utilisation de borate de potassium) ainsi que pour favoriser, en métallurgie, l'obtention de laitiers fusibles. Cette propriété de dissolution des oxydes métalliques est utilisée en chimie, en analyse qualitative : en formant des perles de borax, on obtient des verres de couleurs caractéristiques des métaux dont les oxydes ont été dissous.

L'acide borique est utilisé, en galvanoplastie dans les bains de nickelage.

Le bore (voir plus loin) entre dans la composition d'alliages divers.

Autres utilisations :

- Peintures : le borate de zinc (2ZnO·3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3,5H<sub>2</sub>O) est utilisé comme pigment anticorrosion.

- Inhibiteur de corrosion des métaux : par exemple dans les circuits de refroidissement d'eau des automobiles.

- Ignifugation : de fibres cellulosiques (par exemple dans les matelas en coton) et de plastiques sous forme de borax, acide borique, borate de zinc.

- Ciments et bétons : le borax ralentit leur vitesse de durcissement.

- Fongicide et insecticide : pour traiter les bois de construction.

- Pharmacie : antiseptiques, les borates sont utilisés dans de nombreux produits d'usage courant : cosmétiques, produits d'hygiène...
- Chimie : les borates sont les produits de départ de tous les composés du bore vus plus loin. L'acide borique est utilisé comme catalyseur lors de l'oxydation du cyclohexane destiné à produire le Nylon.