

BORATES 1995

De façon générale la teneur des minerais et des borates (formés d'anions de type $(B_mO_n)^{x-}$) 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 : le borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) appelé tincal, aux États-Unis.

Autre minerais important : la colémanite ($Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$), exploitée en Turquie.

Les autres minerais exploités sont nombreux. Parmi ceux-ci : la kernite ($Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$, associée au borax), la pricéite ($Ca_2B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$, en Turquie), la szaibelyite ($MgBO_2(OH)$, en ex-URSS), la sassolite ($B(OH)_2$, acide borique naturel, en Italie), la boracite ($Mg_3B_7O_{13}Cl$, associée, en Europe, aux gisements de potasse ([KCl](#))), l'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. Deux 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, les ions borates (1,5 %) sont associés à de nombreux autres ions, la production principale étant celle de [carbonate de sodium](#). Exploité par North American Chemical Corp.. La production du lac représente de l'ordre de 20 à 25 % de la production de borates des États-Unis.

Productions : en 1995, exprimées en 10^3 t de B_2O_3 . Monde : 1 250 pour 2,9 millions de t de minerai.

États-Unis : 570	Argentine, Chili	: 140
Turquie : 500	Russie, Kazakhstan, Chine	: 60

Autres producteurs : Italie, Bolivie, Pérou.

Pays exportateurs : Turquie (470 000 t de B₂O₃), Etats-Unis (250 000 t de B₂O₃), Argentine, Chine, Chili, Russie.

Pays importateurs : Europe de l'Ouest (350 000 t de B₂O₃), Japon (70 000 t de B₂O₃).

Réserves : estimées à 322 millions de t exprimées en B₂O₃. Elles sont principalement situées en Turquie et aux États-Unis.

Traitement du minerais :

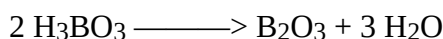
- Dans le cas de gisements de borax, le minerai broyé est mis en présence d'eau à l'ébullition. Le borax passe en solution et est ainsi séparé de la gangue insoluble. Il est récupéré par évaporation de l'eau, cristallisation avec 5 (pentahydraté) ou 10 (décahydraté) molécules d'eau puis centrifugation.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

On obtient ainsi le principal produit commercialisé, le borax ou tétraborate de disodium décahydraté (Na₂B₄O₇·10H₂O). La consommation d'énergie est de l'ordre de 8,6 GJ/t de B₂O₃. Le borax anhydre, Na₂B₄O₇, est obtenu par chauffage vers 400°C.

L'acide borique (H₃BO₃ ou acide orthoborique) est préparé par attaque sulfurique du borax :



L'oxyde de bore (B₂O₃) 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. Les effectifs sont d'environ 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 1993, en 10³ t de B₂O₃. Monde : 1 250.

Europe de : 350
l'Ouest

Japon : 70

Etats-Unis : 300

Secteurs d'utilisation des borates et des composés du bore : en 1995.

	Europe de l'Ouest	Etats-Unis	Japon	France (1992)
<u>Détergents</u>	29	9	0	20
Emaux, céramiques	25	8	12	10
<u>Fibres de verre d'isolation</u>	16	34	18	
<u>Verre</u>	11	9	22	50
Fibres de verre textile	11	18	31	
Retardateur de flamme		10		
Agriculture		5		5
Métallurgie, <u>sidérurgie</u>			6	15

Industrie du verre : principal secteur d'utilisation. En 1992, aux États-Unis, sur une consommation totale de 345 000 t exprimées en B₂O₃, 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 B₂O₃ 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 B₂O₃. 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 B₂O₃ 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 (NaBO₃) mono ou tétrahydratés. Les perborates entrent, à des teneurs de 10 à 20 % en masse, dans les lessives, voir le chapitre consacré à NaOH 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 Na₂CO₃) du borax qui donne une solution de métaborate de sodium, par précipitation à l'aide de H₂O₂ 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 H₂O₂ au-dessus de 60°C, sont les principaux agents de blanchiment utilisés en Europe. Voir le chapitre NaOH, 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 (Na₂B₈O₁₃·4H₂O) 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,3B₂O₃,3,5H₂O) 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...
- [Centrales nucléaires](#) : des borates sont utilisées, en solution, dans le circuit primaire des réacteurs REP.
- 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.