DIBROME 2022

État naturel

La teneur de l'écorce terrestre en élément brome est de 0,4 ppm. Celle de l'eau de mer est de 65 ppm.
Sous forme d'ions bromure, des concentrations nettement plus élevées sont présentes dans l'eau de la Mer Morte, avec 10 000 ppm ou dans des saumures souterraines, exploitées depuis 1957, à 2 400 m de profondeur, dans l'Arkansas, aux États-Unis, avec de 5 000 à 6 000 ppm.

Fabrication industrielle

Principe : les ions bromure, contenus dans les saumures sont oxydés en dibrome à l'aide de dichlore selon la réaction :

$$2\ Br^- + Cl_2 = 2\ Cl^- + Br_2$$

Exemple du traitement des eaux de la Mer Morte : la saumure est chauffée à 100°C, afin de réaliser la réaction en phase vapeur et l'introduction de vapeur d'eau permet de maintenir l'ébullition et d'entraîner le dibrome formé, en présence du dichlore résiduel et de vapeur d'eau dans un condenseur où par refroidissement, le dibrome à l'état liquide passe en solution aqueuse alors que le dichlore restant gazeux est recyclé. Dans un séparateur, il se forme deux couches de densités différentes, l'une, la plus dense, formée de dibrome, l'autre plus légère, constituée d'eau saturée en dibrome qui est recyclée. Le dibrome, liquide, renfermant comme impuretés du dichlore et de l'eau est distillé puis séché à l'aide d'acide sulfurique.

Le dibrome, en présence d'eau, étant corrosif, les matériaux utilisés lors de la fabrication du dibrome sont, en tantale, ou en acier recouvert de verre ou de polytétrafluoroéthylène (Teflon®).

Le dibrome est commercialisé sous forme liquide ou, principalement, à 70 %, transformé sur place en divers composés. Par exemple, les capacités de production de Jordan Bromine, à partir du dibrome produit, sont de :

- 40 000 t/an de bromure de calcium, destiné aux forages pétroliers,
- 25 500 t/an de tétrabromo bis-phénol-A (TBBP-A), retardateur de flamme,
- 10 000 t/an de bromure de sodium destiné principalement à la photographie,
- 2 500 t/an de bromure d'hydrogène.

Conditionnement : des précautions sont prises du fait de la densité élevée du dibrome, du risque toxique et du pouvoir corrosif en présence de traces d'eau. Les cuves sont en acier recouvert de plomb pour le dibrome sec ou en acier revêtu de verre en présence d'eau. Par ailleurs, afin d'éviter le balourd lors du transport, aux États-Unis, les citernes doivent être remplies à plus de 92 %.

Productions

[fc-chart id="production-dibrome"]

			en tonnes
Israël	180 000 t	Japon	20 000 t

États-Unis (estimation)	130 000 t	Inde	5 000 t
Jordanie	110 000 t	Ukraine	4 500 t
Chine	70 000 t		

Source : USGS

- Aux États-Unis, la production étant réalisée, dans l'Arkansas, par seulement deux sociétés, les données de production sont confidentielles. La capacité de production est de 278 000 t/an.
- Israël et la Jordanie exploitent les eaux de la Mer Morte.
- En Chine, la production est réalisée dans la province de Shandong.
- Le Japon exploite l'eau de mer.

Principaux producteurs : les 3 principaux producteurs possèdent 79 % des capacités mondiales de production.

en milliers de t/an de capacités de production

Israël Chemicals Ltd (Israël)	280	Arab Potash Company (Jordanie)	60
Albemarle Corporation (États-Unis, Jordanie)	208	Gulf Resources (Chine)	32
Lanxess (États-Unis)	130	Tosoh Corporation (Japon)	24

Sources : rapports des sociétés

- Israël Chemicals Ltd (ICL), premier producteur mondial, exploite les eaux de la Mer Morte, à Sodom, en Israël. La capacité de production est de 280 000 t/an et, en 2022, la production a été de 178 000 t de dibrome utilisé à 78 % en interne pour produire 240 000 t de composés bromés. La production de composés bromés est réalisée en Israël, à Sodom et Naot Hovav, aux Pays Bas, à Terneuzen.
- Albemarle Corporation, n°2 mondial, exploite des saumures souterraines à Magnolia et Satellite plants, dans l'Arkansas, aux États-Unis et les eaux de la Mer Morte, depuis 2002, au travers de Jordan Bromine, joint-venture 50/50 avec Arab Potash Company, à Safi, en Jordanie. Les capacités de production aux États-Unis sont de 148 000 t/an et en Jordanie de 60 000 t/an. En 2022, la production est de 73 000 t à Magnolia et 60 000 t à Safi.
- Lanxess (Allemagne) a acquis, en avril 2017, Chemtura Corporation, n°3 mondial, qui exploite des saumures souterraines à El Dorado et Marysville, dans l'Arkansas, aux États-Unis, avec une capacité de production de 130 000 t/an.
- Arab Potash Company, possède 50 % de Jordan Bromine, joint-venture 50/50 avec Albemarle Corporation, qui exploite les eaux de la Mer Morte, à Safi, en Jordanie. La capacité de production d'Arab Potash est de 60 000 t/an.
- Gulf Resources était le principal producteur chinois avec une part d'environ 20 % du marché chinois. La société exploitait 4 000 puits d'extraction de saumure avec une capacité de production de 46 300 t/an qui a été réduite à 31 506 t/an en 2018. En 2017, la production avait été de 11 892 t. Depuis pour des raisons environnementales et suite aux dégâts provoqués par le typhon Winbiya, en août 2018, la production a été suspendue en 2018 et a repris au cours de l'année 2019 avec une diminution des capacités de production et une production, en 2022, de 7 821 t.
- Tosoh Corporation est le seul producteur japonais, à Tokuyama, avec 24 000 t/an à partir d'eau de mer.

Réserves :
La Mer Morte renferme 1 milliard de t de dibrome.
Les réserves des États-Unis, dans l'Arkansas, sont de 11 millions de t.

Situation française

En 2022.

Dibrome :

- Exportations : 196 t vers l'Espagne à 90 %, la Belgique à 9 %.
- Importations : 5 288 t à 59 % de Jordanie, 23 % d'Israël, 13 % de Belgique, 3 % des Pays Bas.

Bromure d'hydrogène :

- Exportations : 5 671 t à 79 % vers l'Allemagne, 9 % la Belgique, 7 % la Suisse.
- Importations : 2 176 t à 53 % de Jordanie, 40 % des Pays Bas, 4 % d'Israël.

Bromures de sodium ou de potassium :

- Exportations : confidentielles.
- Importations : 846 t à 42 % d'Allemagne, 39 % d'Israël, 7 % des Pays Bas, 3 % de Belgique.

Bromure de méthyle :

- Exportations : 753 t à 90 % vers la Belgique, 10 % l'Italie.
- Importations : 189 t à 91 % des États-Unis, 8 % d'Israël.

Utilisations

Consommations : en 2020, 556 000 t.

[fc-chart id="secteurs-dutilisation-dibrome"]

Retardateur de flammes : il existe plus de 70 compositions chimiques à base de brome utilisées comme retardateurs de flammes. Les principales sont :

- le décabromodiphényléther (Deca-BDE),
- l'hexabromocyclododécane (HBCDD),
- le tétrabromobisphénol-A (TBBPA).

Les retardateurs de flammes bromés sont particulièrement employés dans des matières plastiques en électricité et électronique. Par exemple, les cartes de circuits imprimés sont généralement en résine époxyde bromée à l'aide de tétrabromobisphénol-A (TBBPA). Ils sont également employés dans des textiles, des plastiques destinés à la construction de bâtiments, des mousses d'isolation thermique... L'hexabromocyclododécane (HBCDD) employé principalement dans le polystyrène expansé est un perturbateur endocrinien qui, dans l'Union européenne, a vu son utilisation interdite depuis août 2015 avec des dérogations pour 5 ans.

Forages pétroliers et gaziers : des solutions denses de bromures de calcium, de sodium ou de zinc sont employées dans cette application. Par exemple, une solution aqueuse à 53 % de bromure de calcium possède une densité de 1,70.

Traitements de l'eau : employé comme désinfectant en remplacement du dichlore ou de l'eau de Javel, en particulier pour l'eau de piscines, principalement en Chine et aux États-Unis.

Pesticides : utilisé lors de la croissance des fruits, le stockage des grains et des produits frais. Le bromure de méthyle ou bromométhane, CH_3Br, qui est la principale forme d'utilisation en fumigation est interdit par le Protocole de Montréal destiné à protéger la couche d'ozone. Toutefois des exceptions existent lorsque d'autres traitements ne sont pas efficaces. Par exemples, l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (EPA) a, en 2016, autorisé l'utilisation de 235 t de bromure de méthyle, soit 1 % du tonnage employé en 1991.

Capture du mercure : des bromures inorganiques, de calcium ou de sodium, sont employés, dans les centrales thermiques fonctionnant avec du charbon afin de fixer le mercure émis lors de la combustion du charbon. Ils sont mélangés avec le charbon ou introduits dans la chambre de combustion et lors de sa combustion, en présence de mercure, il se forme du bromure de mercure plus facile à capter dans les fumées que le chlorure de mercure formé habituellement. Ainsi, environ 90 % du mercure émis est capturé.

Catalyse : le bromure d'hydrogène, HBr, est employé comme catalyseur dans la production d'acide téréphtalique purifié destiné en particulier à la fabrication de polytéréphtalate d'éthylène (PET).