

MAGNESIUM 1997

MATIÈRES PREMIÈRES : teneur de l'écorce terrestre : 2,5 %.

Teneur de l'eau de mer : 1,3 kg/m³. Certaines mers ou lacs fermés en contiennent jusqu'à 35 kg/m³. Par exemple, le Grand lac salé (Utah, Etats-Unis) contient 0,4 % de Mg.

Minerais : abondants et bien répartis dans le monde.

- Magnésite, giobertite : MgCO₃.

- Dolomite : renfermant de la dolomie (Ca,Mg)CO₃ (38 % de MgO après calcination).

- Carnallite : KCl,MgCl₂,6H₂O (dans des gisements de potasse). Utilisée comme source de Mg en ex-URSS, à Stassfurt (Allemagne) et dans la Mer Morte (Israël). Les minerais de magnésium, directement ou après calcination vers 1000-1200°C, sous forme de magnésie (MgO), servent à la métallurgie du magnésium mais aussi, surtout, à de nombreux autres usages :

- Amendement agricole : la dolomie permet de relever le pH des sols acides, le pouvoir neutralisant de MgO est 1,4 fois celui de CaO.

- Verreries : jusqu'à 4 % de MgO dans le verre, MgO augmentant la résistance à l'eau et aux acides.

- Fondant sidérurgique : environ 1,5 % de MgO dans les agglomérés pour hauts fourneaux soit de 20 à 25 kg de dolomie/t d'acier.

- Produits réfractaires basiques : MgO est utilisé sous forme frittée ou fondue. La consommation mondiale de MgO fondu est, dans ce secteur, de 250 000 t/an.

- Céramiques : dans les biscuits de faïence, les émaux et glaçures.

- Comme charge pour les peintures et matières plastiques.

- Abrasif doux, la dolomie est utilisée dans le polissage des métaux, les dentifrices.

Productions : capacités de production de MgO, en 103 t, en 1997. Monde : 10 215, Union Européenne : 1 700.

Russie	2 250	Japon	563
Chine	2 100	a	424
Corée du Nord	2 100	Autriche	420
Etats-Unis	755	Royaume-Uni	353

Les capacités de production concernent, pour 8 millions de t, MgO obtenu par calcination de magnésite, et pour 2 millions de t, MgO obtenu par précipitation de l'hydroxyde puis calcination à partir d'eau de mer ou de saumures.

En 1994, la production mondiale a été de 9 millions de t de MgO, 7 millions de t à

partir de magnésite, 2 millions de t à partir d'eau de mer ou de saumures.

Les exportations chinoise sont d'environ 1,8 million de t/an.

En France, production, dans les Bouches du Rhône, de MgO à partir de l'eau de mer (30 000 t/an). Pas d'extraction de magnésite.

Productions françaises de dolomie :

De l'ordre de 1,7 million de t par an, dans les Hautes Pyrénées, les Pyrénées Atlantiques, la Mayenne, le Pas de Calais, la Lozère...

MÉTALLURGIE : selon 2 procédés :

- Par électrolyse, en sel fondu, de MgCl₂ extrait de l'eau de mer ou de saumures.
- Par réduction thermique de MgO obtenu à partir des carbonates.

Électrolyse de MgCl₂ : procédé le plus ancien et le plus utilisé, particulièrement en Norvège et aux États-Unis (2 usines au Texas et dans l'Utah) où il représente, en 1996, 75 % des capacités de production.

Mg²⁺ contenu dans des solutions de chlorure de magnésium provenant soit d'eau de mer, soit de saumures, est précipité à l'aide de dolomie calcinée en Mg(OH)₂ qui est récupéré par filtration. L'hydroxyde est ensuite transformé en MgCl₂·6H₂O par attaque chlorhydrique, puis déshydraté partiellement (en MgCl₂·1,5H₂O, procédé Dow) ou totalement pour alimenter les cuves à électrolyse.

L'électrolyte qui fond vers 720-780 °C a la composition suivante :

NaCl : 50-60 % CaCl₂ : 15 % MgCl₂ : 20-30 %

Les anodes sont en graphite. Dans le cas des cellules Dow, les anodes sont entourées par des cathodes en acier percées de déflecteurs dont la forme permet de guider le Mg formé vers le pourtour de la cellule, à l'abri de l'oxydation. Mg liquide surnage sur le mélange de sels fondu. Production : 500 kg/jour, consommation : 12 à 20 kWh/kg de Mg.

Réduction thermique par le silicium : (utilisée pour 25 % de la production mondiale, en 1996) selon divers procédés dont le procédé Magnétherm (Pechiney) utilisé en France, Yougoslavie, Japon et pour 20 % des capacités des États-Unis (une usine dans l'état de Washington).

A de la dolomie calcinée est ajoutée de la bauxite (pour faciliter l'obtention d'un laitier liquide) et du ferrosilicium (à 78 % de Si). L'ensemble est placé dans un four électrique à sole conductrice et électrode fixe en graphite sous un vide de 6 kPa (afin d'éviter l'oxydation de Mg). La réduction a lieu vers 1600-1700°C. Mg vapeur est condensé et recueilli à l'état liquide dans un creuset relié au four par sa voûte. La charge est introduite de façon continue dans un laitier liquide (CaO : 58 %, SiO₂ : 25 %, Al₂O₃ : 13 %, MgO : 4 %). Le fonctionnement des fours est semi-continu : toutes

les 18 heures, le laitier est évacué et le creuset plein récupéré.

Productions : 13 à 15 t/jour, consommation : 8,5 kWh/kg de Mg.

PRODUCTIONS de 1ère fusion et () 2ème fusion, en 1994 en 103 t. Monde : 263, Union européenne (France) : 12,5.

États-Unis	129 (62)	Russie	27	Brésil	9 (2)
Canada	29	France	12,5	Japon	3 (19)
Norvège	28	Chine	11		

- Principaux pays exportateurs, en 1994 : Norvège, Canada, Russie.

Producteurs mondiaux en capacités de production, en 1996.

Dow Chemical (Freeport, Texas, États-Unis) : 118 000 t

Norsk Hydro (Porsgrunn, Norvège et Bécancour, Canada) : 85 000 t (production : 83 000 t)

Northwest Alloys (Alcoa, Addy, Washington, États-Unis) : 36 000 t

MagCorp (Bowley, Salt Lake City, États-Unis) : 36 000 t

Pechiney Électrométallurgie (Marignac, France) : 15 000 t

SITUATION FRANÇAISE : en 1994.

Production : 12 500 t.

Importations : 6 726 t (Norvège : 70 %, États-Unis : 15 %, Ukraine : 14 %).

Consommation : 16 100 t.

Pechiney Électrométallurgie produit Mg dans l'usine de Marignac (31) selon le procédé Magnétherm et un procédé unique au monde de coulée continue de Mg.

L'usine est alimentée par de la dolomie (200 000 t/an) provenant d'une carrière de la forêt de l'Arize (65).

UTILISATIONS :

Consommations : en 1994, en 10³ t de Mg 1ère fusion et () 2ème fusion. Monde : 300, Union européenne : 51.

États-Unis	112 (62)	Canada	24	Brésil	16
Japon	26 (16)	Chine	20	France	14
ex URSS	25	Allemagne	16	Royaume-Uni	6

Secteurs d'utilisation : répartition, en 1994, dans le monde occidental.

Alliages de Al	52,2 %	Sidérurgie	14,3 %	Réductions	5,2 %
Fonderie	14,6 %	Chimie	9,4 %	Demi-produits	2,5 %

Utilisations diverses :

- Alliages d'aluminium : voir le chapitre consacré à l'aluminium. Mg entre dans la composition des alliages (série 5000) utilisés pour élaborer les boîtes-boisson. Aux États-Unis, une grande partie du Mg utilisé est recyclé lors du recyclage de ces boîtes.
- Chimie : organomagnésiens.
- Métallurgie de Zr, Ti, Be, Hf, U par réduction par magnésiothermie.
- Alliages de Mg : utilisés en fonderie sous pression, à 70 % dans l'industrie automobile. Le plus utilisé G-A9Z1 (9 % Al, 1 % Zn, 0,5 % Mn). Utilisés également en aéronautique et, par exemple, pour fabriquer le corps de tailles crayons. Un cadre de bicyclette, en alliage de magnésium, ne pèse que 2,5 kg.
- Automobiles : en 1995, la consommation moyenne par véhicule est de 1,23 kg. General Motor utilise un support de planche de bord de 14 kg en magnésium. Mercedes sur les cabriolets SL emploie du magnésium pour fabriquer les cadres de sièges. Un carter en acier qui pèse 14 kg peut être remplacé par 2,8 kg de Mg ou 4,5 kg de Al. La Coccinelle de Volkswagen contenait plus de 20 kg de Mg.
- Les coques des sièges, les accoudoirs et les tablettes des TGV à 2 étages sont, en 2ème classe, en magnésium. Le siège en magnésium pèse 14 kg au lieu de 26 kg lorsqu'il était en aluminium.
- Mg est utilisé pour fabriquer des cadres de téléphones portables.
- Débismuthage du plomb.
- Nodulisation des fontes : Mg favorise les structures à graphite nodulaire sphéroïdal.
- Production de ferro-silico-magnésium.
- Désulfuration des fontes de hauts fourneaux, en concurrence avec le carbure de calcium.
- Pyrotechnie : Mg ou Al-Mg sous forme de poudres très fines.
- Piles et anodes sacrificielles : 7 000 t/an dans le monde occidental. L'utilisation comme anode sacrificielle représente 2 % de la consommation des Etats-Unis.
- Les rubans de Mg utilisés en chimie sont obtenus par fraisage de lingots ou tournage de billettes (cylindres de 30 à 50 cm de diamètre et plusieurs m de long).
- La réaction exothermique de Mg avec l'eau est utilisée, en particulier par l'armée américaine, pour chauffer des rations de combat. En 15 minutes, une température de 60 °C est atteinte.