

Magnésium

Wayne Wagner

L'auteur travaille au Secteur des minéraux
et des métaux, Ressources naturelles Canada.
Téléphone : (613) 996-5951
Courriel électronique fonctionnant
en mode texte uniquement : wwagner@rncan.gc.ca

Remarque : Le présent chapitre ne constitue pas un
examen détaillé, mais un survol de l'exploitation du
magnésium métal au Canada.

Exportations en 2002 : 267 M\$ (millions de dollars)
Importations en 2002 : 114 M\$

	1999	2000	2001	2002 (pr)
	(t)	(t)	(t)	(t)
Capacité de production de métal de première fusion (1, e)	49 000	50 500	59 500	70 000
Exportations (n° tarifaire 8104 du S.H.)	49 747	47 181	43 292	71 243
Importations (n° tarifaire 8104 du S.H.)	38 377	34 586	33 478	34 943

(e) : estimation; (pr) : prévisions; S.H. : Système harmonisé; t : tonne.

(1) Parce qu'un petit nombre seulement de sociétés divulguent leurs données de production, les statistiques portant sur la production demeurent confidentielles. Ces chiffres sont basés sur la capacité publiée de métal de première fusion. Il est à noter que d'autres estimations publiées sur la production canadienne de magnésium contiennent des quantités de magnésium recyclé.

FAITS NOUVEAUX AU CANADA

Les producteurs

La capacité de production canadienne¹ de magnésium métal de première fusion régressera en 2003 pour atteindre environ 54 000 t/a. Cette baisse est attribuable à la fermeture prévue de l'usine de fusion de Métallurgie Magnola Inc. située à Danville (Qc). En 2002, le Canada était le deuxième producteur mondial de magnésium derrière la Chine; ses exportations de magnésium métal et de produits métalliques se sont élevées à 267 M\$.

Métallurgie Magnola Inc. (détenue à 80 % par Noranda Inc. et à 20 % par la Société générale de financement du Québec) prévoit fermer, en avril 2003, son usine de magnésium métal de Danville (Qc), laquelle détient une capacité de 58 000 t/a. Bien que l'usine ait été confrontée à plusieurs problèmes de démarrage, la société a fait savoir, à la fin de 2002, que bon nombre des problèmes techniques initiaux avaient été réglés. Métallurgie Magnola a déclaré que l'usine avait produit 24 648 t de magnésium en 2002 et qu'elle devrait atteindre sa capacité de production optimale en 2003. La société a évoqué la faiblesse des prix de magnésium pour justifier la fermeture de l'usine et elle a indiqué que la reprise de la production pourrait se réaliser à la condition que les prix se redressent et se hissent aux alentours de 1,30 \$US/lb. (Visitez le site Web à [\[www.norandamagnesium.com\]](http://www.norandamagnesium.com).)

Norsk Hydro Canada Inc. (Norsk Hydro), société affiliée à part entière de Norsk Hydro ASA de la Norvège, a produit par procédé électrolytique du magnésium métal de première fusion à raison de 48 000 t/a à son usine de Bécancour (Qc), et ce, depuis 1989. L'installation de recyclage recycle également les débris de magnésium produits par ses clients. Sa capacité est de 10 000 t/a, mais cette section de l'usine n'a fonctionné qu'à 75 % de sa capacité nominale en 2002, en raison de la pénurie de débris. L'accroissement futur de la capacité de production de l'usine, dont on a récemment retiré les goulots d'étranglement à la production, dépendra de sa rentabilité. Norsk Hydro met au point actuellement de nouveaux alliages pouvant être utilisés à de hautes températures et a entrepris des essais de moulage et des mises à l'essai dans le cadre des travaux effectués par l'European Council for Automotive Research and Development (EUCAR). (Consultez le site Web à l'adresse [\[www.magnesium.hydro.com\]](http://www.magnesium.hydro.com).)

Timminco Limitée exploite une usine d'une capacité de 6000 t/a de magnésium située à Haley (Ont.), laquelle applique un procédé de réduction silico-thermique, et ce, dans le but de produire du métal de première qualité (soit du métal contenant jusqu'à 99,98 % de magnésium) destiné à des marchés spécialisés. L'exploitation comprend un gisement de calcaire dolomitique et des unités de calcination, de préparation de la matière d'alimentation, de réduction, d'affinage et de moulage de lingots et de billettes de magnésium. L'usine de traitement se compose d'une installation d'extrusion et de production et d'assemblage

d'anodes ainsi que d'une installation de traitement de billettes et de plaques de magnésium. Timminco produit également des alliages de magnésium moulés sous pression très résistants à la corrosion et des tiges d'anode filées utilisées dans les chauffe-eau. L'usine de moulage de Haley Station produit des billettes de magnésium qui serviront à alimenter l'installation d'extrusion de la société à Haley Station (Ont.) et à Aurora (Colo.). À long terme, Timminco prévoit étendre ses activités d'exploitation dans le domaine des produits ouvrés.

En 2002, Timminco a terminé la conception d'un procédé de coulée en deux temps et a accru la capacité de production du nouveau halle de coulée de Haley Station pour lui faire atteindre des niveaux de production commerciale. Au cours de l'année, la société a poursuivi la restructuration de ses activités d'exploitation et en février 2003, elle a annoncé que le Safeguard International Fund L.P. avait donné son accord pour l'achat de nouvelles et d'anciennes actions de Timminco après que celle-ci aura reçu l'approbation de l'organisme de réglementation concerné, ce qui devrait se faire en avril. (Visionnez le site à [www.timminco.com].)

Projets

L'intérêt, suscité au Canada et ailleurs dans le monde, pour la production de magnésium métal à partir de gisements de dolomite et de magnésite ou de résidus provenant d'anciens gisements d'amiante s'est maintenu. Les projets canadiens comprennent ceux de Globex Mining Enterprises Inc. (projet de magnésite-talc) à Timmins (Ont.), de Leader Mining International Inc., près de Hope (C.-B.), de Gossan Resources Ltd. à Inwood (Man.), de Cassiar Resources Inc. à Cassiar (C.-B.) et de la Canadian Magnesium Corporation à Baie Verte (T.-N.-L.) ainsi qu'un autre projet lié à l'amiante à Thetford Mines (Qc).

Globex a poursuivi ses travaux à son gisement de magnésite-talc situé à 13 km au sud de Timmins (Ont.). À la suite des travaux antérieurs, on a conclu que le gisement pourrait produire du magnésium métal et du talc de qualité supérieure. Les résultats d'une étude de délimitation menée par Hatch Associates of Canada en 2001 se sont avérés positifs et ont révélé que l'exploitation du gisement serait rentable en utilisant la technologie disponible. Le projet bénéficie des avantages suivants : accès à des sources d'énergie à prix concurrentiel; accès à de vastes marchés de consommation; accès à une main-d'oeuvre stable de haut calibre, une excellente infrastructure, notamment des autoroutes et des voies ferrées; et fabrication d'un sous-produit du talc de qualité supérieure, ce qui permettrait d'obtenir des recettes supplémentaires. La société a réuni les fonds nécessaires pour financer intégralement l'étude de faisabilité concluante recommandée au coût de 12 millions de dollars américains (M\$US) et la construction évaluée à un milliard de dollars américains (G\$US). Le projet comprendrait l'aménagement d'un

complexe mine-usine de fusion situé près de Timmins (Ont.) et d'une usine de fusion d'une capacité de 95 000 t/a à l'ouest de Rouyn-Noranda (Qc). (Pour obtenir un complément d'information, consultez le site à l'adresse [www.globexmining.com].)

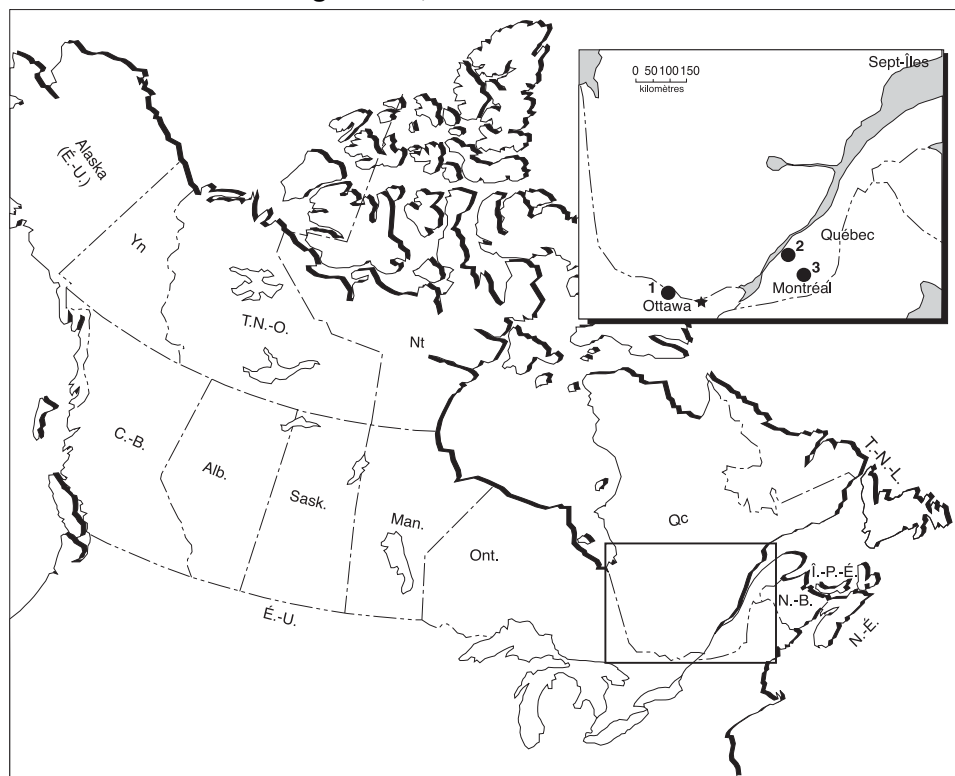
En 2001, Leader a fait l'acquisition d'une propriété située sur l'intrusion ultramafique Cogburn près de Hope (C.-B.), qui contient des silicates de magnésium. Des travaux de délimitation entrepris en 2001 ont révélé que les coûts en capital seraient de un milliard de dollars américains (G\$US) pour une mine et une usine de fusion dont le taux de production serait de 120 000 t/a. Un programme de forages au diamant exécuté en 2002 en vue de délimiter le gisement a permis de prélever des carottes afin de constituer un échantillon moyen pour effectuer des essais pilotes. Parmi les travaux exécutés, mentionnons des travaux initiaux destinés à l'obtention d'un permis environnemental, des études d'infrastructure et des essais réalisés en laboratoire sur des échantillons moyens. La société a signé une entente de transfert de technologie pour le projet avec l'organisme ukrainien State Research and Design Titanium Institute of Zaprozhye et le Russian National Aluminium and Magnesium Institute (VAMI). Un certain nombre d'entrepreneurs, dont Hatch Associates, ont été choisis afin d'effectuer l'étude d'un projet de mine et d'usine de fusion pouvant détenir une capacité de 120 000 t/a. Les résultats devraient être connus en 2003. (Pour obtenir de plus amples renseignements, visitez le site Web, à l'adresse [www.leadermining.com].)

Gossan a conservé sa participation dans une propriété contenant de la dolomie à Inwood (Man.), dont les ressources sont estimées à 67 Mt de dolomite titrant 21,6 % d'oxyde de magnésium ainsi que d'autres ressources présumées. Gossan a révélé que la prochaine phase de travaux consisterait à entreprendre un programme de forage qui pourrait déboucher sur une étude de pré faisabilité. Des essais effectués sur cette dolomie ont révélé que celle-ci pouvait être transformée en magnésium métal de qualité commerciale à l'aide du procédé Magnetherm. (Visitez le site Web à [www.gossan.ca].)

La ville de Thetford Mines (Qc) a entrepris une étude de pré faisabilité portant sur un projet de transformation, en magnésium métal, de résidus provenant de mines d'amiante. La ville a signalé que la région renferme plus de 300 Mt de ce produit transformable titrant environ 24 % de magnésium. Les travaux se poursuivent afin de trouver un procédé qui pourrait servir à l'extraction du magnésium et d'obtenir une licence d'exploitation du procédé. Des discussions sont en cours avec les partenaires éventuels du projet.

La Canadian Magnesium Corporation a proposé un projet visant à extraire l'oxyde de magnésium de la serpentine contenue dans les stériles provenant de l'ancienne mine d'amiante de Baie Verte (T.-N.-L.). En 1999, la société a réalisé des études de pré faisabilité et des essais en

Figure 1
Usines de fusion de magnésium, en 2002



USINE DE FUSION	SOCIÉTÉ	CAPACITÉ (t/a)
1. Haley Station (Ont.)	Timminco Limitée	6 000
2. Bécancour (Qc)	Norsk Hydro Canada Inc.	48 000
3. Danville (Qc)	Métallurgie Magnola Inc.	58 000

laboratoire portant sur les résidus de minéraux. Ces travaux ont donné des résultats positifs et ont révélé que l'on pouvait fabriquer un produit propre. La société poursuit l'examen de ses options de financement avant de s'engager dans des études pilotes et de commercialisation.

Cassiar Resources Inc.² possède un stock de réserves de 23 Mt de résidus de serpentine d'une teneur approximative de 24 % de magnésium à l'ancienne mine de la Cassiar Asbestos Corporation Limited située à Cassiar, dans le Nord de la Colombie-Britannique. En 2002, la société a poursuivi sa recherche d'investisseurs potentiels et a pris la décision de ne pas poursuivre ses activités sur le magnésium métal.

Production et utilisation canadiennes de magnésium

La capacité de production canadienne de magnésium (production signalée de Magnola et capacité de production des

autres usines de fusion) s'est chiffrée à environ 75 000 t/a en 2002, mais avec la fermeture de Magnola au cours de l'année, elle subira un recul et se fixera à environ 54 000 t/a en 2003.

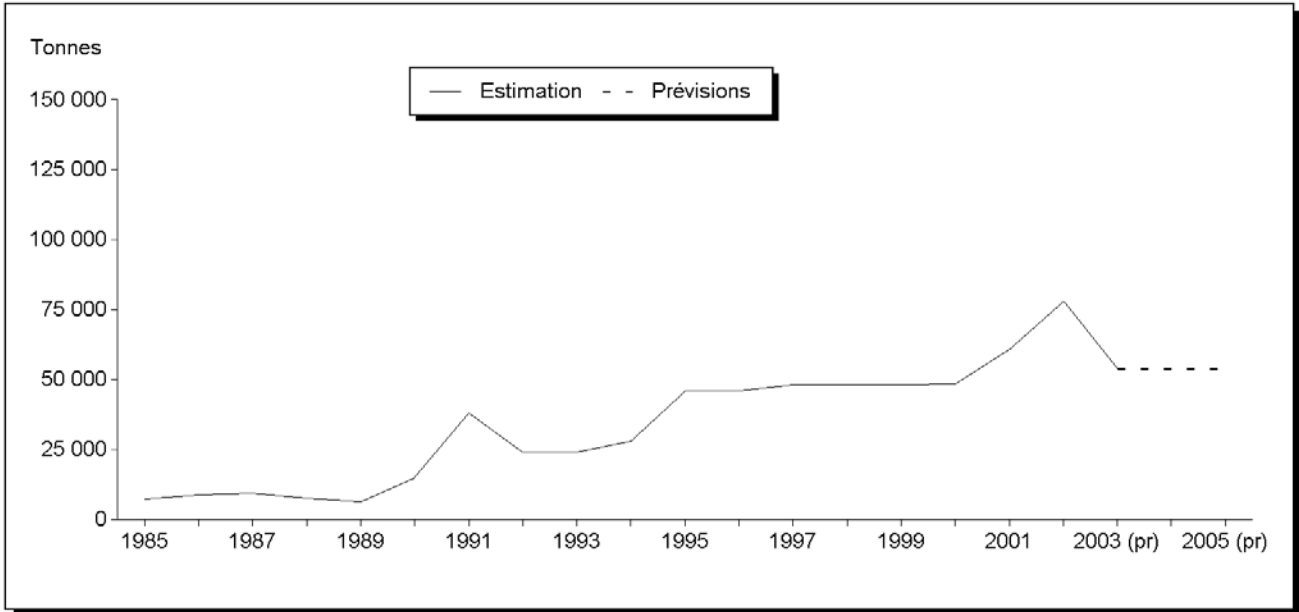
Au Canada, l'utilisation signalée de magnésium a progressé de 40 154 t (chiffres révisés) en 2000 à 45 840 t en 2001; cette augmentation est attribuable, en partie, à ce qu'un plus grand nombre de sociétés publient leurs statistiques.

SITUATION MONDIALE

En Chine, la production de nombreuses petites entreprises continue d'exercer une pression sur les producteurs de magnésium du monde entier.

À la suite des fermetures survenues en 2001 et au début de 2002 (voir l'*Annuaire des minéraux du Canada* de 2001

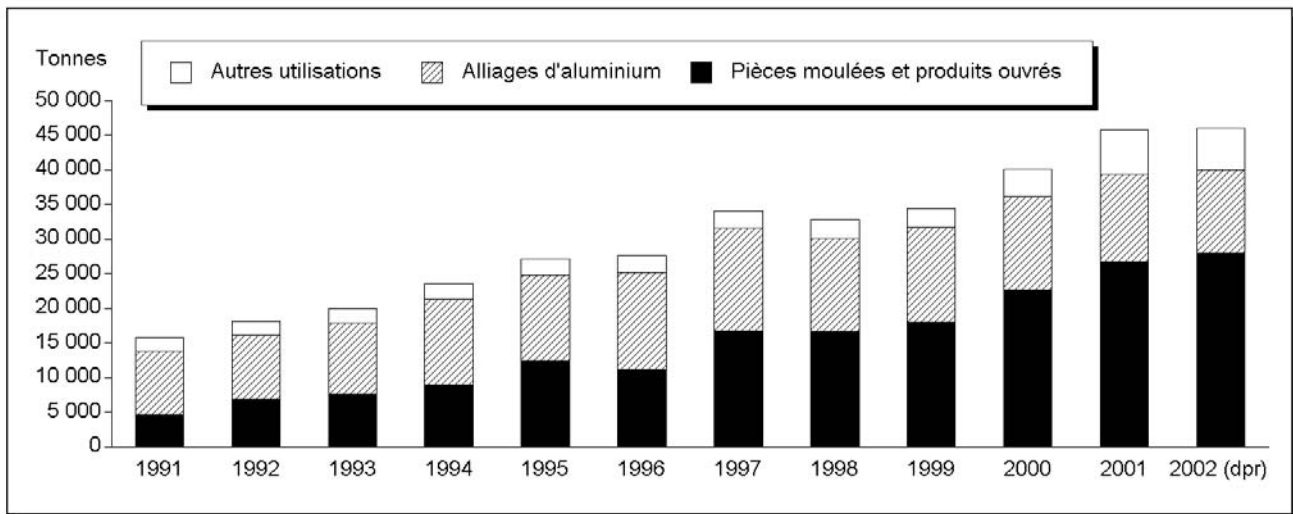
Figure 2
Capacité de production canadienne de magnésium de première fusion, de 1985 à 2005



Source : Établi par Ressources naturelles Canada à partir de rapports publiés.

Remarque : Puisqu'un petit nombre seulement de sociétés divulguent leurs données de production, les statistiques portant sur la production demeurent confidentielle. Ces chiffres sont basés sur la capacité rapportée de métal de première fusion des installations canadiennes, obtenue de sources fiables.

Figure 3
Utilisation canadienne de magnésium, de 1991 à 2002



Source : Établi par Ressources naturelles Canada, à partir du formulaire d'enquête auprès des utilisateurs canadiens de magnésium.

(dpr) : données provisoires.

sur le site [www.rncan.gc.ca/smm/cmy/contenu/2001/37.pdf], Pechiney Électrometallurgie a fermé son usine de fusion du magnésium d'une capacité de 18 000 t/a, laquelle est située à Marignac (France). La société prévoit toutefois poursuivre ses activités sur le site minier afin de recycler le magnésium à un rythme d'environ 5000 t/a. (Pour obtenir d'autres renseignements, visitez le site de Pechiney à [www.pechiney.com].)

Après avoir présenté, en 2001, une requête pour être placée sous la protection du code des faillites, en vertu du chapitre 11, la Magnesium Corporation of America a été vendue en 2002 à U.S. Magnesium LLC, autre société affiliée du Renco Group Inc. Le propriétaire modernise actuellement l'équipement de son usine de fusion dont la capacité s'établit à 43 000 t/a et qui est située à Rowley (Utah). La modernisation de l'usine devrait permettre d'accroître sa capacité pour la porter à 56 000 t/a et alors U.S. Magnesium serait le plus grand producteur mondial de magnésium.

La pression exercée par la production chinoise s'étend aux quatre coins de la planète, ce qui occasionne des difficultés aux projets d'exploration et de mise en valeur, en particulier, ceux qui ont besoin d'importants investissements.

La Magnesium Alloy Corporation a continué ses travaux de développement du projet Kouilou, en République du Congo (Brazzaville). La société a signé un protocole d'entente portant sur l'évaluation de la production et du transport d'énergie ainsi qu'une entente d'écoulement pour l'achat et la commercialisation de quantités de produits

pouvant atteindre la production totale de l'usine. (Pour obtenir de plus amples détails, visionnez son site à [www.magnesiumalloy.ca].)

PRIX

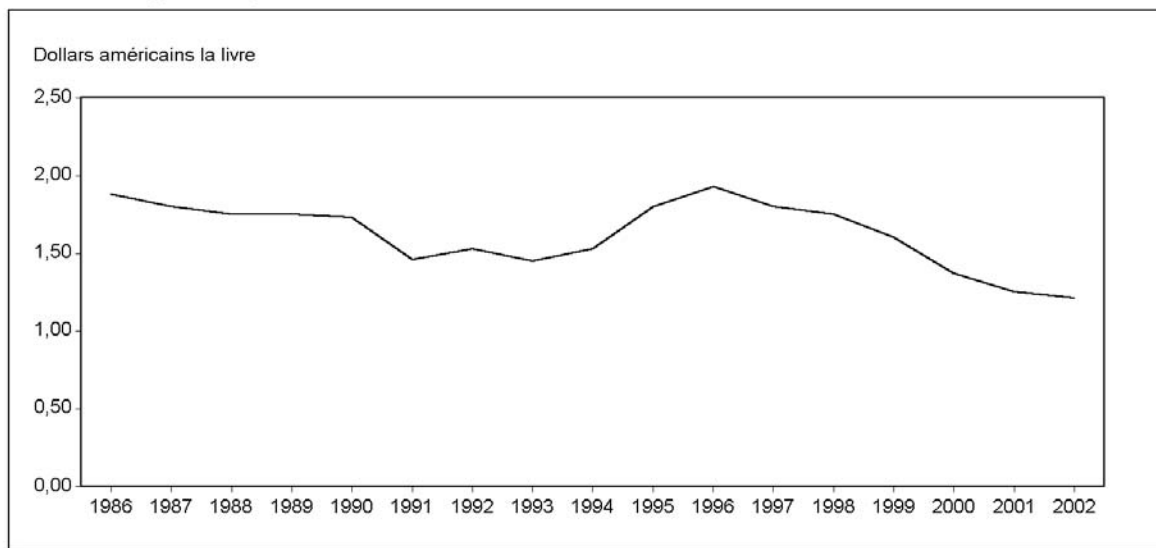
Les prix du magnésium publiés dans *Metals Week* ont accusé une légère baisse tout au cours de l'année. Le prix moyen du magnésium de qualité Western sur le marché américain au comptant a débuté l'année à 1,25 \$US/lb pour la clôturer à 1,10 \$US/lb en décembre, alors que les prix moyens à l'importation des courtiers américains ont fléchi, passant de 1,07 \$US/lb au début de l'année à 1,04 \$US/lb en fin d'année. Selon le *Metal Bulletin*, le prix du magnésium métal, contenant au moins 99,8 % en poids de magnésium, a commencé l'année sur le marché libre mondial entre 1775 et 1875 \$US/t et a augmenté pour éventuellement la terminer entre 1880 et 1980 \$US/t.

MOYENNE DES PRIX ANNUELS, SELON LE METALS WEEK (PRIX MOYENS DE QUALITÉ WESTERN SUR LE MARCHÉ AMÉRICAIN AU COMPTANT)

1997	1998	1999	2000	2001	2002
(\$US/lb)	(\$US/lb)	(\$US/lb)	(\$US/lb)	(\$US/lb)	(\$US/lb)
1,65	1,59	1,55	1,37	1,25	1,21

Source : Les prix ont été calculés en se basant sur des données publiées dans *Metals Week*.
\$US/lb : dollar américain la livre.

Figure 4
Prix du magnésium, de 1985 à 2002



Sources : Établi par Ressources naturelles Canada; à partir de données publiées dans *Metals Week* et portant sur les prix moyens du magnésium de qualité Western sur le marché américain au comptant.

En Chine, les prix au comptant signalés du magnésium f. à b., d'un lieu d'expédition chinois, ont débuté l'année dans la gamme de 1200 environ à 1300 \$US/t. Ils se sont consolidés, mais ils ont conservé leurs faibles niveaux historiques tout au long de 2002. Les prix au comptant rapportés variaient entre 1360 et 1380 \$US/t à la fin de l'année.

Le prix de l'alliage de magnésium du producteur européen Hydro Magnesium a subi une baisse, passant de 2,62 /kg (au début de 2002) à 2,50 /kg. La société a fait savoir qu'elle ne continuerait plus à émettre les prix des producteurs européens du magnésium pur. (Visitez le site de la société à [www.magnesium.hydro.com].)

STOCKS

Les données fournies par l'International Magnesium Association (IMA) indiquent que les stocks signalés de magnésium de première fusion ont subi un recul en 2002 pour atteindre 18 834 t à la fin de l'année alors qu'ils se chiffraient à 45 180 t à la fin de 2001. Ces stocks ne comprennent pas ceux des pays de la Communauté des États indépendants et de la Chine.

INFORMATION GÉNÉRALE SUR LE MAGNÉSIMUM

Sites à consulter sur les statistiques et les événements récents liés à l'industrie canadienne et mondiale :

- chapitre sur le magnésium de l'*Annuaire des minéraux du Canada*, à l'adresse [www.rncan.gc.ca/smm/cmy/com_f.html];
- *Perspectives concernant les métaux non ferreux*, à l'adresse [www.rncan.gc.ca/smm/pubs/nfo_f.htm];
- International Magnesium Association, à l'adresse [www.intlmag.org];
- pour obtenir d'autres renseignements, consultez le site Internet de la Geological Survey des États-Unis (USGS), à l'adresse [minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/magnesium].

Sites Internet des producteurs canadiens de magnésium métal :

- Hydro Magnesium, à l'adresse [www.magnesium.hydro.com];
- Timminco Limitée, à l'adresse [www.timminco.com];
- Noranda Magnesium Inc., à l'adresse [www.norandamagnesium.com].

Sites Internet des sociétés canadiennes³ détenant des participations dans la production de magnésium métal :

- Globex Mining Enterprises Inc., à l'adresse [www.globexmining.com];
- Gossan Resources Ltd, à l'adresse [www.gossan.ca];
- Hatch Associates of Canada, à l'adresse [www.hatch.ca];
- Lakefield Research of Canada Limited, à l'adresse [www.lakefield.com];
- Leader Mining International Inc., à l'adresse [www.leadermining.com];
- Magnesium Alloy Corporation, à l'adresse [www.magnesiumalloy.ca].

Le magnésium à l'état naturel

Le magnésium représente plus de 2 % des éléments constituant l'écorce terrestre et est le huitième élément le plus abondant de la planète. Il est le troisième élément le plus important en solution dans l'eau de mer où sa concentration atteint en moyenne 0,14 % en poids. Le magnésium n'existe pas à l'état natif ni à l'état métallique dans la nature, mais il est présent dans plus de 60 minéraux. On le rencontre principalement sous forme de carbonates dans la dolomie et la magnésite, sous forme de silicates dans l'olivine et la brucite, sous forme d'oxydes et de silicates dans la serpentine et sous forme de chlorures dans l'eau de mer, les saumures naturelles et les évaporites. Dans le passé, on produisait du magnésium métal à partir de la dolomite, de la magnésite, de la brucite, de l'eau de mer ainsi que de la saumure et des résidus provenant des mines d'amiante. Les sociétés ont également effectué des études sur la manière de produire du magnésium à partir de matières à teneur élevée, notamment de cendres volantes.

Technologie

Un certain nombre de procédés que l'on peut classer en deux grandes catégories ont été mis au point pour produire du magnésium métal. Il s'agit du procédé métallothermique, selon lequel l'agent de réduction - le ferrosilicium ou l'aluminium - est mélangé à l'oxyde de magnésium et chauffé dans un four, généralement sous vide, pour produire du magnésium métallique à l'état gazeux, et du procédé électrolytique, selon lequel des sels fondus de chlorure de magnésium sont réduits et soumis à l'électrolyse pour produire du magnésium métal à l'état liquide. Les grosses usines utilisent en général les procédés électrolytiques et assurent ainsi environ la moitié de la production mondiale. Les procédés métallothermiques demandent plus de manipulation et conviennent davantage aux petites

exploitations fonctionnant en lots. Ce procédé a pris de l'importance en Chine en raison de l'accroissement de sa production.

Des travaux de recherche ont été entrepris afin de perfectionner, de moderniser et de remplacer les procédés de production existants. Bien qu'on ait amélioré la production dans les exploitations actuelles, il existe d'autres procédés possibles. Les résultats de recherche n'ont pas réussi jusqu'à présent à adapter les nouveaux procédés à la production à grande échelle, bien que les producteurs aient apporté certaines modifications à l'approvisionnement en matières premières ainsi qu'à la préparation et à la production de la charge d'alimentation.

Production de magnésium au Canada

En 1939, M. Lloyd Pidgeon (Ph.D.) et son équipe de recherche de la Division de la chimie du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) ont mis au point une méthode pour produire du magnésium métallique solide pur à l'aide d'un procédé alliant le ferrosilicium et la dolomite. Les premiers lots de magnésium produits avec ce procédé et ayant servi à fabriquer des pièces d'avion provenaient des laboratoires du CNRC situés à la promenade Sussex à Ottawa (Ont.). Une usine pilote construite grâce à des fonds octroyés par les sociétés minières est devenue la Dominion Magnesium Company après la guerre.

Le Canada est maintenant le deuxième producteur mondial de magnésium. Au début de 2003, le Canada comptait trois usines de fusion de magnésium en exploitation⁴.

Timminco Limitée, qui a été créée en 1934, produit à son usine de magnésium d'une capacité de 6000 t/a, située à Haley Station (Ont.), un métal de première qualité (contenant jusqu'à 99,98 % de magnésium) destiné aux marchés spécialisés. Timminco applique le procédé Pidgeon qui consiste à réduire de la dolomite calcinée en présence de ferrosilicium dans une cornue sous vide, par lots contrôlés de composition chimique connue et constante. Grâce à ce procédé, Timminco produit le magnésium commercial le plus pur qui existe actuellement. Timminco exploite la dolomite sur le site de l'usine, mais elle achète la charge de ferrosilicium sur le marché libre. La société produit également des alliages de magnésium moulés sous pression très résistants à la corrosion et des tiges d'anodes filées utilisées dans les chauffe-eau. Le magnésium produit par Timminco est employé dans diverses applications, notamment comme agent d'alliage de l'aluminium et du calcium, dans les réactifs de Grignard utilisés par l'industrie pharmaceutique ainsi que dans le matériel électronique. (Pour un complément d'information, consultez le site Internet de la société, à l'adresse [www.timminco.com].)

Norsk Hydro Canada Inc., société affiliée à part entière de Norsk Hydro ASA de la Norvège, produit, par procédé

électrolytique et à l'aide de magnésite achetée, du magnésium métal à raison de 48 000 t/a à son usine de Bécancour (Qc). L'usine qui a été ouverte en 1989 détenait une capacité de production de 40 000 t/a; par la suite, elle a augmenté sa production en retirant les goulots d'étranglement à l'usine originale. L'usine dont la capacité de refonte est de 20 000 t/a recycle également les débris de magnésium produits par ses clients. Il s'agit d'une des usines productrices de magnésium métal les plus efficaces au monde et celle dont le prix de production de magnésium métal est le plus faible dans les pays occidentaux. Norsk Hydro offre un réseau de services planétaires comprenant la gestion, la logistique et le recyclage du métal ainsi que l'appui technique et le développement d'applications. (Pour obtenir de plus amples renseignements, visitez le site Internet de Norsk Hydro, à l'adresse [www.magnesium.hydro.com].)

Au début de 2001, Métallurgie Magnola Inc. (détenue à 80 % par Noranda Inc. et à 20 % par la Société générale de financement du Québec) a terminé la construction d'une usine de magnésium métal d'une capacité de 58 000 t/a à Danville (Qc). Magnola devait utiliser des résidus provenant d'une mine d'amiante comme charge d'alimentation pour un procédé breveté mis au point par le Centre de technologie Noranda de Noranda Inc. afin de produire du chlorure de magnésium employé pour l'électrolyse. L'usine a commencé la production de magnésium métal en octobre 2000, en appliquant un procédé électrolytique avec du chlorure de magnésium provenant de la serpentine comme charge d'alimentation. Bien que celle-ci ait été confrontée à plusieurs problèmes de démarrage, elle devait atteindre une production commerciale en 2002, mais elle a fermé ses portes au début de 2003 pour une période indéfinie jusqu'à ce que les conditions du marché lui permettent de la faire fonctionner de manière rentable. (Pour plus de renseignements, consultez le site Web de Métallurgie Magnola, aux adresses [www.norandamagnesium.com] et [www.noranda.com].)

Utilisations

Bien que le magnésium soit réellement consommé dans certaines applications (emploi de fusées éclairantes et de pièces pyrotechniques et utilisation dans des réactions chimiques pour la production d'autres métaux), son utilisation dans les produits industriels et de consommation est en général non destructive et le métal peut être recyclé et réutilisé. L'énergie propre à ce métal est conservée et le procédé de recyclage permet de récupérer cette énergie de façon répétitive et durable. Les discussions qui ont eu lieu sur les métaux à l'occasion de forums indiquent que la terminologie employée dans les rapports devrait être modifiée pour décrire d'une manière plus adéquate les utilisations actuelles de ce métal.

Le magnésium métal est surtout connu pour son poids léger et son rapport résistance-poids élevé, propriétés qui

sont à la base d'un grand nombre d'applications. Il est le plus léger des éléments structuraux et est très malléable et facilement allié. Les alliages du magnésium sont rigides et résistent aux bosselures. Lorsqu'il est employé dans la fabrication de matériaux structuraux, le magnésium est allié à d'autres éléments comme l'aluminium, le manganèse, les métaux de terres rares, l'argent, le thorium, le zinc et le zirconium. Lorsqu'il est allié à un ou à plusieurs de ces éléments, le rapport résistance-poids des alliages ainsi obtenus peut être exceptionnellement élevé. Les alliages de magnésium et d'aluminium sont les plus courants et sont principalement utilisés pour la fabrication de pièces coulées sous pression.

L'utilisation du magnésium dans la fabrication de matériaux structuraux de grandes dimensions est relativement récente et l'élaboration d'alliages et de métaux destinés à des applications particulières est à un stade moins avancé que dans le cas de métaux plus connus comme le fer ou l'aluminium. En outre, les mesures visant à éviter d'éventuels problèmes de corrosion ne sont pas aussi au point, dans le cas du magnésium. De ce fait, l'utilisation de certains alliages de magnésium est limitée, car cet élément est susceptible de se corroder dans certains milieux. De plus, l'utilisation de magnésium métal et de certains alliages de magnésium à haute température est restreinte, car dans ces conditions, ces éléments peuvent être déformés par fluage. Des travaux effectués par les producteurs de métaux comme Noranda, Métallurgie Magnola et Hydro Magnesium ont permis de produire des alliages de magnésium qui résistent au fluage dans des milieux de températures élevées. Des données techniques sont recueillies actuellement sur leurs propriétés physiques afin d'accroître leur utilisation dans la fabrication de grosses pièces d'automobiles telles que les coffres de transmission, les carters d'huile et les blocs moteurs.

L'utilisation de pièces de magnésium coulées sous pression permet de réduire le poids total des véhicules, tout en répondant à la demande de grosses voitures de la part des consommateurs. L'intérêt du marché de l'automobile pour le magnésium métal s'explique, en grande partie, par les économies de poids de plus de 30 % qu'il permet de réaliser par rapport à l'aluminium ainsi que par le besoin d'améliorer l'efficacité des carburants en réduisant le poids du véhicule.

Le magnésium possède de bonnes propriétés d'amortissement des vibrations. Sa chaleur de solidification plus basse permet d'augmenter de 25 % la capacité de production des pièces coulées sous pression et de réaliser ainsi d'importantes économies. Ses propriétés permettent également de couler des pièces plus minces et plus complexes susceptibles de remplacer un certain nombre de pièces fabriquées en d'autres matériaux et ainsi de réduire le coût de leur assemblage. En outre, la durée de vie des moules de pièces coulées en magnésium serait supérieure de plus de deux fois à celle des moules en aluminium. Qui plus est, même

si le rapport du prix du magnésium à celui de l'aluminium est d'environ 1,7 à 1,0, voire moins, le coût de fabrication de nombreuses pièces en magnésium métal peut être inférieur à celui des pièces en aluminium. À cet effet, la hausse du prix de l'aluminium et la baisse du prix du magnésium au cours de ces dernières années ont permis aux utilisateurs de magnésium de réaliser des économies.

Le magnésium métal est principalement utilisé comme agent d'alliage de l'aluminium, car il confère résistance et rigidité aux alliages qui sont employés dans diverses applications, notamment dans les tôles d'aluminium comme celles dont on se sert pour la fabrication de cannettes en aluminium. Ces alliages permettent l'utilisation de matériaux en quantité moindre et la fabrication de tôles plus minces et plus légères qu'il n'est habituellement possible d'obtenir autrement.

La deuxième application la plus répandue du magnésium métal est dans la fabrication de pièces coulées sous pression utilisées dans des applications structurales comme les tableaux de bord des automobiles ou les boîtiers de matériel électronique, tels que les appareils photographiques, les téléphones cellulaires, les ordinateurs, les outils portatifs et les articles de sport. L'utilisation du magnésium dans ces applications présente les avantages suivants : bon rapport résistance-poids, bonne dissipation de la chaleur, pouvoir de confinement électromagnétique et dissipation des interférences radioélectriques.

L'utilisation comme agent désoxydant et désulfurant dans l'industrie des métaux ferreux où il entre dans la production de l'acier et de la fonte constitue la troisième application en importance de ce métal. Le magnésium entre dans la composition de la fonte nodulaire utilisée principalement pour la fabrication de tuyaux en fonte ductile et de pièces coulées sous pression employées dans les automobiles et le matériel agricole.

Le magnésium est également utilisé en proportion moindre dans les applications suivantes :

- chimiques – fabrication de produits pharmaceutiques et chimiques, de parfums et de pièces pyrotechniques;
- applications électrochimiques – fabrication de batteries et d'anodes pour la protection cathodique des gazoducs et des chauffe-eau;
- produits ouvrés – produits moulés par extrusion, feuilles et plaques;
- production d'autres métaux tels que le titane, le béryllium, le zirconium, l'hafnium et l'uranium.

Les secteurs des alliages d'aluminium et des marchés de l'automobile constituent le plus important potentiel de croissance de l'utilisation du magnésium. Cependant, cette croissance dépendra des prix et de leur stabilité au moment où le magnésium continue d'être confronté à une forte concurrence de la part d'autres matériaux, dont l'aluminium, l'acier et les matières plastiques.

Recyclage

La production de magnésium recyclé à partir de débris métalliques nécessite environ 5 % de l'énergie nécessaire pour produire du magnésium de première fusion. Le recyclage du métal de produits usés devrait croître avec l'augmentation prévue de l'utilisation des pièces d'automobiles coulées sous pression et du matériel électronique contenant du magnésium. En outre, les exploitations de pièces coulées produisent une quantité importante de débris qui sont recyclés sur place ou qui sont expédiés vers un autre site. Des producteurs recueillent de nouveaux débris de magnésium de leurs clients; ils reconditionnent et refondent le métal en formes et en moules utilisables. Cette source de débris devrait s'accroître avec le temps puisque le magnésium métal envahit de plus en plus les marchés de l'automobile et de l'électronique, et que les automobiles et les appareils électriques sont mis au rebut. Cependant, comme la technologie et les procédés de recyclage du magnésium s'améliorent, il est fort probable que le recyclage de ces produits et d'autres débris propres se fera dans les installations qui utiliseront le métal original. Puisque qu'aucun chiffre n'est recensé sur les débris de fabrication ou sur les nouveaux débris, les données statistiques sur le recyclage du magnésium indiqueront en fin de compte une baisse même si ce n'est pas le cas du recyclage en général.

Les principaux fabricants d'automobiles nord-américains, dont Daimler-Chrysler Canada inc., la Ford Motor Company et la General Motors Corporation, se servent de pièces en alliage de magnésium contenant du magnésium recyclé. La récupération et l'utilisation de ce magnésium recyclé permettent de réduire le coût des pièces coulées sous pression et contribuent à l'exercice de pratiques durables dans l'utilisation de ce métal.

Prix

Il n'y a aucune transaction du magnésium métal à la Bourse des métaux de Londres (LME) et à la New York Mercantile Exchange Inc. Les producteurs et les courtiers de métal traitent directement avec les utilisateurs, car les volumes de métaux ne sont pas suffisamment importants pour les inclure sur les marchés organisés. Les prix du magnésium métal pur et d'alliage des producteurs et des courtiers sont publiés dans diverses publications sur les métaux telles que le *Metal Bulletin*, l'*American Metal Market* ou d'autres journaux et revues scientifiques renfermant des articles sur les métaux.

NOTES DE RENVOI

¹ Parce qu'un petit nombre seulement de sociétés divulguent leurs données de production, les statistiques portant sur la production demeurent confidentielles. Ces chiffres sont basés sur la capacité publiée de métal de première fusion. Il est à noter que

d'autres estimations publiées sur la production canadienne de magnésium contiennent des quantités de magnésium recyclé.

² Cassiar Resources Inc. a vendu ultérieurement la propriété Cassiar, mais elle a conservé une participation. La société a également changé de raison sociale et s'appelle désormais Troutline Investments Inc. Vous pouvez consulter les dossiers à l'adresse [www.sedar.com].

³ Les sociétés canadiennes qui détiennent des participations dans la production de magnésium métal et dont les noms ne figurent pas sur la présente liste peuvent demander d'y figurer, en s'adressant à l'auteur du présent chapitre par courriel à wwagner@rncan.gc.ca.

⁴ Noranda Magnesium Inc. a annoncé la fermeture temporaire de l'usine de fusion de Métallurgie Magnola Inc., en avril 2003, Lorsque celle-ci sera fermée, il ne restera plus que deux usines de fusion de magnésium en service au Canada.

Remarques : (1) Pour les définitions et l'évaluation de la production, des expéditions et du commerce des minéraux, veuillez consulter le chapitre 64. (2) Les présentes données sont les plus récentes au 30 mars 2003. (3) Veuillez prendre note que certaines données provenant de sources indépendantes présentent des différences. Les lecteurs doivent faire preuve de prudence et s'assurer que les données ont été confirmées. (4) Lorraine Ralph ainsi que d'autres collègues de la Division de la statistique sur les minéraux et sur l'activité minière ont conçu le tableau 1 et ont participé à l'élaboration des autres tableaux et figures. (5) Ce chapitre ainsi que d'autres chapitres, y compris les éditions d'années précédentes, sont disponibles sur Internet à www.rncan.gc.ca/smm/cmy/com_f.html.

NOTE À L'INTENTION DU LECTEUR

Le présent document a pour but de donner de l'information générale et de susciter la discussion. Il ne devrait pas servir d'ouvrage de référence ou de guide dans le cadre d'activités commerciales ou d'investissements. Les renseignements que l'on y trouve ne sauraient être considérés comme des propositions. L'auteur et Ressources naturelles Canada ne donnent aucune garantie quant à son contenu et n'assument aucune responsabilité, qu'elle soit accessoire, consécutive, financière ou d'une autre nature, pour les actes découlant de son utilisation.

TARIFS DOUANIERS⁽¹⁾

N° tarifaire	Dénomination	Canada			États-Unis (2)	UE (2)	Japon
		NPF	TPG	États-Unis	Canada	NPF	NPF
3824.90.90.42	Magnésium métallique granuleux enrobé de sels inorganiques, mélangés à la chaux	7,5 %	3 %	en franchise	en franchise	6,5 %	2,6 %
3824.90.90.43	Autre magnésium métallique granuleux enrobé de sels inorganiques	7,5 %	3 %	en franchise	en franchise	6,5 %	2,6 %
8104.11	Magnésium, sous forme brute, contenant au moins 99,8 % en poids de magnésium et ouvrages en magnésium	2,5 %	en franchise	en franchise	en franchise	5,3 %	en franchise à 3 %
8104.19 8104.19.10	Magnésium sous forme brute, autres Magnésium-terres rares, magnésium-didymium, magnésium-thorium, magnésium-zirconium et magnésium-thorium-néodyme-terres rares devant servir à la fabrication de moulages de magnésium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	4 %	en franchise à 3 %
8104.19.90	Autres	2,5 %	en franchise	en franchise	en franchise	4 %	en franchise à 3 %
8104.20	Déchets et débris de magnésium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
8104.30	Toumures et granules de magnésium calibrés; poudres	2,5 %	en franchise	en franchise	en franchise	4 %	3 %
8104.90	Magnésium et autres produits	2,5 %	en franchise	en franchise	en franchise	4 %	3 %

Sources : *Tarif canadien des douanes*, en vigueur en janvier 2003, Agence des douanes et du revenu du Canada; *Harmonized Tariff Schedule of the United States*, 2003; *Worldtariff Guidebook on Customs Tariff Schedules of Import Duties for the European Union* (42^e édition annuelle, 2002); *Customs Tariff Schedules of Import Duties for Japan* (36^e édition annuelle, 2002).

NPF : nation la plus favorisée; TPG : tarif de préférence général; UE : Union européenne.

(1) Ne comprend pas les droits compensateurs ou les droits antidumping, qui peuvent être imposés sur des produits de certaines provenances. (2) La suspension des droits peuvent s'appliquer à certains produits.

TABLEAU 1. CANADA : EXPORTATIONS ET IMPORTATIONS DE MAGNÉSIUM, RÉPARTIES PAR PRODUIT ET PAR PAYS, EN 2001 ET 2002

N° tarifaire		2001		2002 (dpr)	
		(tonnes)	(milliers de dollars)	(tonnes)	(milliers de dollars)
EXPORTATIONS					
8104.11	Magnésium sous forme brute, contenant au moins 99,8 % en poids de magnésium				
	États-Unis	1 625	8 053	6 791	28 888
	Pays-Bas	2 547	6 143	8 166	20 449
	Allemagne	4 638	12 928	1 482	4 267
	Royaume-Uni	315	2 449	603	2 532
	France	309	819	876	2 462
	Émirats arabes unis	—	—	885	2 445
	Autres pays	4 412	12 590	1 811	4 873
	Total partiel	13 846	42 982	20 614	65 916
8104.19	Magnésium, sous forme brute, autres				
	États-Unis	13 858	64 149	25 789	110 491
	Pays-Bas	783	3 084	5 797	19 807
	Italie	305	1 643	3 427	12 057
	Japon	153	581	317	1 262
	Taiwan	61	221	248	840
	Autres pays	389	1 556	415	1 675
	Total partiel	15 549	71 234	35 993	146 132
8104.20	Déchets et débris de magnésium				
	États-Unis	8 585	27 083	10 245	24 670
	Australie	34	202	21	118
	Autres pays	2	5	—	—
	Total partiel	8 621	27 290	10 266	24 788

TABLEAU 1. (suite)

N° tarifaire		2001		2002 (dpr)	
		(tonnes)	(milliers de dollars)	(tonnes)	(milliers de dollars)
EXPORTATION (suite)					
8104.30	Tournures et granules de magnésium calibrées; poudres				
	États-Unis	1 571	6 496	1 454	5 369
	Irlande	290	2 210	270	2 010
	Pays-Bas	41	286	45	305
	Allemagne	65	496	42	296
	Autres pays	175	1 163	36	254
	Total partiel	2 142	10 651	1 847	8 234
8104.90	Magnésium et ouvrages en magnésium, et autres produits				
	États-Unis	2 564	20 169	2 016	18 104
	Australie	520	3 357	453	3 118
	Pays-Bas	14	129	34	185
	Autres pays	36	413	20	238
	Total partiel	3 134	24 068	2 523	21 645
	Exportations totales	43 292	176 225	71 243	266 715
IMPORTATIONS					
3824.90.90.42	Magnésium métallique granuleux enrobé de sels inorganiques, mélangés à la chaux				
	États-Unis	607	2 376	33	34
8104.11	Magnésium, sous forme brute, contenant au moins 99,8 % en poids de magnésium				
	Chine	7 478	18 170	9 440	21 483
	États-Unis	2 679	10 439	6 995	16 770
	Israël	687	2 315	280	910
	Russie	2 769	9 985	81	240
	Suisse	4	19	2	19
	Brésil	340	1 140	–	–
	Autres pays	426	1 432	–	–
	Total partiel	14 383	43 500	16 798	39 422
8104.19	Magnésium sous forme brute, autres				
	Russie	1 288	5 383	5 210	21 987
	États-Unis	2 444	12 316	2 868	13 626
	Royaume-Uni	239	2 393	152	1 634
	Chine	143	965	381	1 619
	Israël	–	–	185	993
	Norvège	1 934	7 368	144	422
	Autres pays	44	182	–	–
	Total partiel	6 092	28 607	8 940	40 281
8104.20	Déchets et débris de magnésium				
	États-Unis	7 530	26 945	6 607	22 000
	Mexique	38	149	91	318
	Chine	67	148	162	268
	Russie	2 563	9 839	47	167
	Autres pays	322	1 000	4	13
	Total partiel	10 520	38 081	6 911	22 766
8104.30	Tournures et granules de magnésium calibrées; poudres				
	États-Unis	716	3 384	871	3 699
	Chine	5	22	81	199
	Autres pays	34	126	20	87
	Total partiel	755	3 532	972	3 985
8104.90	Magnésium et ouvrages en magnésium, et autres produits				
	États-Unis	929	7 793	1 182	7 344
	Chine	173	1 057	103	565
	Autres pays	19	106	4	46
	Total partiel	1 121	8 956	1 289	7 955
	Total des importations	33 478	125 052	34 943	114 443

Source : Statistique Canada.

– : néant; . . . : quantité minimale; (dpr) : données provisoires.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 2. CANADA : UTILISATION⁽¹⁾ DE MAGNÉSIUM, DE 1991 À 2001

	1991 (a)	1992 (a)	1993 (a)	1994	1995 (a)	1996	1997	1998 (a)	1999 (a)	2000 (a)	2001 (p)
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
Pièces moulées et produits ouverts (2)	4 604	6 915	7 678	8 940	12 488	11 197	16 795	16 687	17 951	(r) 22 728	26 818
Alliages d'aluminium	9 215	9 203	10 174	12 389	12 323	14 022	14 793	13 417	13 741	13 466	12 551
Autres utilisations (3)	1 926	2 005	2 162	2 234	2 329	2 357	2 438	2 685	2 727	3 960	5 556
Total	15 745	18 123	20 014	23 563	27 140	27 576	34 026	32 790	34 419	(r) 40 154	44 925

Source : Ressources naturelles Canada.

(dpr) : données provisoires; (r) : révisé.

(a) Augmentation du nombre de compagnies visées par l'enquête.

(1) Données disponibles, selon les utilisateurs. (2) Produits coulés sous pression, moulés en coquille et moulés en sable, profilés de charpente, tubes, pièces forgées, feuilles et tôles.

(3) Protection cathodique, agents réducteurs, désoxydants et autres alliages.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 3. PRODUCTION MONDIALE DE MAGNÉSIUM, DE 1994 À 2002

Pays	Rang en 2001	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 (e)
(milliers de tonnes)										
MAGNÉSIUM DE PREMIÈRE FUSION										
Chine (2)	1	11,0	93,6	73,2	76,0	70,5	120,7	142,1	(r) 199,7	231,7
Canada (1, e)	2	28,9	48,1	54,0	57,7	77,1	73,7	85,7	83,4	80,0
Russie	3	35,4	37,5	31,5	33,0	34,1	35,2	35,5	35,0	35,0
États-Unis	4	128,5	142,1	133,1	124,8	106,1	75,0	94,0	50,0	20,0
Israël	5	–	–	(r) 0,1	7,4	24,5	(r) 24,3	31,7	34,0	28,0
Kazakhstan	6	3,0	9,0	13,4	17,9	20,9	(r) 11,0	10,4	16,5	18,0
Norvège	7	27,6	28,0	37,8	34,2	35,4	40,8	41,4	36,0	10,0
Brésil	8	8,8	9,7	9,0	9,0	9,0	(r) 8,0	5,7	5,5	4,5
Inde	9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	(r) 1,0	(r) 0,5	0,5	0,5
France	10	12,3	14,5	14,0	13,8	14,7	(r) 16,2	(r) 16,5	4,8	–
ex-Yougoslavie	11	–	2,6	3,1	3,9	4,0	1,2	1,3	0,2	–
Ukraine	12	12,0	13,0	12,9	7,7	5,0	–	–	–	–
Japon	13	3,4	–	–	–	–	–	–	–	–
Total, magnésium de première fusion		271,9	399,1	(r) 383,1	386,4	402,8	(r) 407,1	(r) 464,8	(r) 465,6	427,7
MAGNÉSIUM RECYCLÉ (3)										
États-Unis	1	62,1	65,1	71,2	77,6	77,1	(r) 86,1	82,3	65,8	73,7
Royaume-Uni	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	(r) 0,5	0,5	0,5	0,7
Japon	3	19,0	11,8	21,2	22,8	(r) –	(r) –	(r) –	(r) –	–
Brésil	4	1,6	1,6	1,6	1,6	(r) –	(r) –	(r) –	(r) –	–
Autriche	5	0,1	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Total magnésium recyclé		83,3	79,1	94,5	102,5	(r) 77,6	(r) 86,6	(r) 82,8	66,3	74,4
Total, magnésium de première fusion et magnésium recyclé		355,2	478,2	(r) 477,6	488,9	502,0	(r) 530,5	564,7	531,9	502,1

Sources : Ressources naturelles Canada; Groupe consultatif international sur les statistiques des métaux non ferreux; China Magnesium Association, diverses revues.

– : néant; (e) : estimation de l'auteur; (r) : révisé.

(1) Les estimations de la Geological Survey des États-Unis incluent le magnésium recyclé. (2) Les nombres utilisés dans le tableau proviennent du Groupe consultatif international sur les statistiques des métaux non ferreux. La China Magnesium Association rapporte des chiffres plus élevés pour la production chinoise : 1994 – 25 000 t; 1997 – 92 000 t; 1998 – 120 000 t; 1999 – 157 000 t; 2000 – 194 000 t et 2001 – 268 000 t. (3) Les installations de recyclage du magnésium existent en d'autres endroits, y compris au Canada, qui n'ont pas signalé des données séparées pour le magnésium recyclé, en raison de la confidentialité des données ou pour d'autres considérations.