

Silice et quartz

Michel Dumont

*L'auteur travaille au Secteur des minéraux
et des métaux de Ressources naturelles Canada.
Téléphone : (613) 995-2917
Courriel : mdumont@rmcan.gc.ca*

Le quartz (c'est-à-dire du SiO₂, soit du dioxyde de silicium ou de la silice) est l'un des minéraux les plus répandus sur la Terre. Il est utilisé à diverses fins et la plupart des pays du monde en produisent et en utilisent. On estime qu'entre 120 et 150 Mt de silice sont produites annuellement à l'échelle mondiale.

Le quartz n'est pas le seul minéral composé de SiO₂. Huit autres structures connues en sont composées, soit des polymorphes du dioxyde de silicium, qui font partie du groupe non officiel du quartz ou de la silice.

RÉSUMÉ

Au Canada, la silice est récupérée en gros morceaux comme fondant métallurgique et pour produire du silicium et des alliages de ferrosilicium, sous forme de sable pour fabriquer du verre, de la fibre de verre, des puces de silicium et des fibres optiques et pour effectuer du moulage de fonderie et synthétiser des produits chimiques silicatés, ainsi qu'en farine de silice finement broyée pour fabriquer des céramiques, de l'amiante-ciment et des produits en béton (tableau 4).

Bien que le Canada satisfasse à la plupart de ses besoins en matière de silice, les producteurs de verre et les fonderies du pays – surtout ceux de l'Ontario – importent de grandes quantités de sable de qualité supérieure des États-Unis. Compte tenu qu'il est facile de se procurer de la silice, et ce, à prix modique, le commerce de ce minéral se limite à de simples échanges transfrontaliers. La silice qui se prête à des usages spécialisés peut, toutefois, être expédiée vers d'importants marchés étrangers.

Les données provisoires fournies par les utilisateurs (tableau 3) indiquent que la quantité de silice utilisée au

Canada se chiffrait à près de 2,5 Mt en 2003, soit une diminution de 104 657 t par rapport à l'année précédente. Selon les données provisoires (tableau 1) des producteurs canadiens, la production du pays était évaluée à 46,6 millions de dollars (M\$) en 2004, soit une hausse de 4,8 M\$ comparativement à 2003. Cette augmentation reflète que le volume des expéditions est passé de 1,58 Mt en 2003 à 1,69 Mt en 2004. Toujours d'après des données provisoires en 2004, la valeur des importations a atteint 108,0 M\$, soit presque 0,8 M\$ de plus qu'en 2003, les importations s'étant élevées à presque 1,4 Mt en 2004, alors qu'elles se chiffraient à 872 397 t l'année précédente. Des données provisoires indiquent également que la valeur des exportations affichait près de 16,0 M\$ en 2004, soit une progression de près de 4,0 M\$ comparativement à 2003, les exportations ayant passé de 354 685 t en 2003 à 683 914 t en 2004.

Les données provisoires de 2003 (tableau 3)¹ montrent que l'industrie de la fusion et de l'affinage des métaux non ferreux s'est servie de 29,5 % de toute la silice utilisée au Canada, soit une chute de 22,8 % par rapport à 2002. Elles indiquent également que l'industrie du verre de première fusion et des récipients en verre, ainsi que le secteur de la laine de fibre de verre, ont utilisé 19,9 % de toute la silice au pays, soit une baisse de seulement 3,9 % comparativement à 2002, et que les fonderies se sont servies de 9,8 % de toute cette silice, soit un fléchissement de 5,3 % par rapport à 2002. De plus, d'après ces données, l'industrie des produits chimiques s'est servie de 3,4 % de toute la silice utilisée au Canada, ce qui constitue une augmentation de 4,2 % comparativement à 2002. Enfin, toujours selon ces données provisoires, les nombreuses autres industries utilisatrices comptaient pour 37,4 % de l'utilisation totale de silice au pays, soit une hausse de 18,1 % par rapport à 2002.

¹ L'utilisation de silice par des sociétés canadiennes de fabrication est déterminée au moyen d'enquêtes auxquelles ces entreprises répondent volontairement. Ces enquêtes ne tiennent donc pas nécessairement compte de toutes les utilisations de ce minéral, et les données qui en sont issues ne comprennent peut-être pas de la silice achetée puis revendue sur les marchés d'exportation.

En ce qui concerne la répartition de la quantité signalée de silice utilisée selon les différentes formes du produit (tableau 4), on peut observer que le sable siliceux compte pour 66,5 % (près de 1,7 Mt) du total. Quant à la silice en gros morceaux, elle représente 30,7 % (767 821 t) de la quantité totale de silice utilisée, ce qui correspond à un recul de 68 769 t comparativement à 2002. Selon des données provisoires, l'utilisation de farine de silice, qui constitue 2,8 % (69 967 t) du total, a augmenté de 15 536 t par rapport à 2002. En 2002, cette valeur avait chuté comparativement à 2001 (111 108 t) en raison de la décision d'une société de remplacer la farine de silice qu'elle utilisait par du sable siliceux.

ÉTAT NATUREL DE LA SILICE

La silice prend principalement la forme du quartz. Ce dernier est un minéral dont il existe diverses variétés et qui est surtout répandu sous forme de corps intrusifs massifs et filoniens, de sable siliceux, de grès et de quartzite, mais également d'amas ou d'agrégats de cristaux dans les roches ignées comme les granites ou les pegmatites. Les variétés de quartz amorphe non cristallin, comme l'opale, le silex, la calcédonite, le tripoli et la terre de diatomées, sont moins répandues.

Bien que toutes les variétés de silice suscitent un intérêt sur le plan géologique, seuls les gisements de silice filoniens ou intrusifs, de sable siliceux, de grès et de quartzite sont généralement mis en valeur et exploités. Les gîtes filoniens et intrusifs, qui sont d'origine ignée et répandus au Canada, ont des formes et une taille qui varient considérablement. Le quartz présente généralement une teinte qui va du blanc au gris et qui est relativement exempt d'impuretés.

Le sable siliceux est riche en silice (teneur en SiO_2 de 95 % au plus). Les particules de silice ou de quartz qui le composent sont issues de la désintégration mécanique et de la décomposition chimique de roches siliceuses, et ce sont elles qui constituent des gisements à forte teneur après avoir été transportées, triées et concentrées à un endroit donné par le vent ou l'eau.

Le grès est une roche sédimentaire composée de grains de quartz consolidés par un minéral agglomérant. Les grès dans lesquels l'argile, la calcite ou l'oxyde de fer constitue le minéral agglomérant sont généralement très friables et se désagrègent facilement en grains. D'autres grès, comme ceux dont le ciment est siliceux, peuvent l'être moins et se désagréger moins facilement. La plupart des grès sont blancs, gris ou bruns et renferment des quantités variables d'impuretés minérales attribuables, par exemple, au feldspath, à la hornblende, à la magnétite, à la pyrite, à des taches d'oxyde de fer et au mica.

La quartzite est un grès métamorphisé dur et compact qui se compose de grains de quartz solidement consolidés par un ciment siliceux. Après leur fusion avec le ciment siliceux, les grains de quartz d'origine forment une masse homogène et uniforme et deviennent ainsi invisibles à l'oeil nu.

COMMERCE

En 2004, les importations (tableau 1) en provenance des États-Unis ont totalisé 93,9 % des importations totales, qui se sont chiffrées à plus de 1,3 Mt. Les importations de sable siliceux et de sable quartzite en provenance des États-Unis ont augmenté de 51,4 % de 2003 à 2004 pour s'élever à 421 618 t. Les importations depuis les États-Unis proviennent de gisements de grès ou de sables lacustres faiblement consolidés et faciles à traiter qui reposent près des Grands Lacs et dont les principaux se trouvent en Illinois, au Wisconsin, au Michigan et en Indiana.

En 2004, les importations de l'industrie de la fusion et des producteurs de verre ont totalisé 619 824 t. Les importations de sable siliceux de l'industrie de la fusion ont chuté de 20 % de 2003 à 2004. Mentionnons aussi que la demande de sable de fonderie est principalement tributaire de la production d'automobiles et de camionnettes.

Des données provisoires indiquent que les exportations canadiennes (tableau 1) de silice se sont élevées à 683 914 t en 2004, soit une montée de 93 % comparativement à 2003, et que leur valeur s'est chiffrée à près de 16 M\$, soit une hausse de 33 % par rapport à 2003 (près de 12 M\$). Cette importante augmentation des exportations canadiennes de silice est principalement due aux exportations de quartz, de sable siliceux et de sable quartzite. En 2004, 95 % (649 636 t) des exportations totales du Canada étaient destinées aux États-Unis.

FACTEURS INFLUANT SUR LA PRODUCTION ET LES MARCHÉS

Bien des facteurs économiques influent sur la production et le commerce des nombreuses variétés de silice, mais la demande mondiale de silice fluctue principalement en fonction de la conjoncture dans les industries du verre et de la fusion. En Amérique du Nord, la concurrence est féroce dans le secteur du sable siliceux, où quelques grands producteurs dominent. Il est important pour un utilisateur d'être établi à proximité de sa source de sable siliceux en raison des coûts de transport, si bien que ce minéral n'est généralement expédié que vers des marchés locaux ou régionaux. Il s'avère donc crucial de valoriser le minerai issu de la plupart des gisements pour fournir un sable d'une grande qualité aux industries du verre et de la fusion.

Les divers usages que l'on fait de la silice et du quartz rendent difficile l'analyse de la demande sur les marchés. Dans le secteur de la verrerie, ce sont les marchés de la construction et de l'automobile qui régissent les ventes de verre plat, et ce sont les mises en chantier qui stimulent les ventes de fibre de verre. Par ailleurs, la conjoncture sur ces marchés change en fonction du produit intérieur brut (PIB). La demande de sable siliceux dans l'industrie des récipients de verre varie selon le fléchissement du nombre de points d'utilisation. Ce fléchissement est, quant à lui, entraîné par la rationalisation industrielle, par une augmentation et une imposition des taux de recyclage dans l'industrie des récipients de verre, ainsi que par une diminution de la production provoquée par la forte concurrence des producteurs de récipients en résine vierge de poly(éthylène téréphtalate), en aluminium et en papier. L'utilisation dans l'industrie de la fusion dépend de la production de métaux (qui varie notamment selon les ventes d'automobiles), de même que de l'efficacité du recyclage et de la compétitivité des producteurs de sables. La demande de sable de fracturation hydraulique fluctue en fonction du prix du pétrole et de facteurs liés à la production pétrolière régionale, comme les débits et la pression et les progrès technologiques dans le domaine du forage. Dans l'ensemble, la demande de sable de fonderie a faibli avec l'arrivée de la coulée continue dans l'industrie de l'acier.

OFFRE

Les dix provinces du Canada comptent des gisements de silice qui suscitent un intérêt sur le plan commercial. Au pays, les principales provinces productrices de silice sont le Québec, l'Ontario et l'Alberta; viennent ensuite la Saskatchewan, la Colombie-Britannique et la Nouvelle-Écosse. En général, l'exploitation minière de la silice est effectuée à ciel ouvert ou au moyen de techniques de dragage.

Terre-Neuve-et-Labrador

La Shabogamo Mining and Exploration Co. Ltd. a débuté, en octobre 1999, l'exploitation du gisement de quartzite Roy's Knob, près de Labrador City. Le lavoir et l'installation de tamisage de la société se trouvent à Wabush, au Labrador, et la quartzite extraite est acheminée par train jusqu'à Sept-Îles (Qc). Shabogamo approvisionne en quartzite la société québécoise Silicium Bécancour inc., qui l'utilise pour fabriquer du silicium métal.

Île-du-Prince-Édouard

Aucune carrière de silice n'est présentement en exploitation dans cette province.

Nouvelle-Écosse

Shaw Resources, qui fait partie du [The] Shaw Group Limited, produit une silice de première qualité (pureté se situant entre 98,5 et 99,5 %), à partir de gisements de sable situés à Nine Mile River, près de Shubenacadie, dans le comté de Hants. En outre, le sable fin issu de son exploitation de silice est valorisé pour produire du verre de silex. Les produits de sable fin sont vendus dans les Maritimes, au Québec et dans le Nord-Est des États-Unis comme agent de sablage au jet, comme sable filtrant, comme sable de traction, comme matériau réfractaire, comme sable décoratif et comme fondant dans les usines de fusion de métaux communs, ainsi qu'en vue de la fabrication de ciment et de béton.

Black Bull Resources Inc., dont le siège social se trouve en Colombie-Britannique, a entrepris des travaux d'exploitation de quartz dans le cadre du projet White Rock, dans le comté de Yarmouth. Le site du projet est situé à 42 km au nord-ouest du port en eaux profondes de Shelburne et renferme des réserves estimées à 16,3 Mt de quartz d'une grande qualité.

Nouveau-Brunswick

Chaleur Silica Ltd., qui appartient à Shaw Resources et constitue une division du [The] Shaw Group Limited, exploite actuellement la carrière de silice Bass River. Cette dernière alimente en fondant l'usine de fusion de plomb Belledune, qui est située dans les environs, et fournit de la silice à des producteurs de ciment. Elle produit également des abrasifs à partir de matières premières provenant de la Nouvelle-Écosse, de l'Ontario et des États-Unis.

Depuis 1986, Atlantic Silica Inc. exploite un gisement riche en silice (teneur de plus de 98 %) et en traite le minerai, à 22 km au sud-ouest de Sussex, près du lac Cassidy. Les galets de quartz extraits servent à produire du silicium métal et de la pierre décorative, et le sable quartzeux, à fabriquer des agents de sablage au jet, du carbure de silicium, de la grenaille pour pépinière, de la poudre de ciment, du verre, du sable de terrain de golf, du fondant métallurgique et du sable filtrant. La majeure partie des matériaux extraits sont utilisés dans l'Est canadien, mais une certaine proportion est expédiée aux États-Unis.

Québec

Unimin Canada Ltée, qui est une filiale de l'américaine Unimin Corp., est la plus grande société productrice de silice de la province. La silice est extraite d'un gisement de quartzite à Saint-Donat-de-Montcalm et d'un gisement de grès à Saint-Canut. La silice de Saint-Donat est affinée à l'usine de Saint-Canut, près de Montréal. La silice produite par Unimin Canada Ltée provient en majeure partie

de Saint-Canut, où le minerai est broyé, tamisé et valorisé par séparation magnétique. Les producteurs de récipients en verre, de verre plat, de fibre de verre et de carbure de silicium représentent les principaux marchés des produits d'Unimin Canada Ltée.

Silicium Bécancour inc. exploite une usine de silice à Bécancour. Elle est aussi propriétaire du gisement de quartzite qui repose au nord de La Malbaie, lequel est mis en valeur par Sitec Inc. Cette dernière est une coentreprise qui a été fondée par Baskatong Quartz Inc. et par SOQUEM INC. Sitec Inc. exploite et traite du quartz à forte teneur à La Malbaie, afin d'en permettre diverses utilisations finales, y compris la production de silicium métal et de carbure de silicium. La société exploite également une usine à façon de broyage, de séchage et de tamisage à Shawinigan.

La Compagnie Bon Sable Ltée extrait du sable siliceux à Saint-Joseph-du-Lac et à Ormstown. Ce matériau sert principalement d'agent de sablage au jet et de sable à béton, mais il convient également à la production de fibre de verre.

Les Sables Silco Inc. extrait et broie de la silice à son usine de Sainte-Clotilde-de-Châteauguay. Ses produits sont vendus à une entreprise de produits chimiques, à une cimenterie et à une usine de ferromanganèse.

Près de Saint-Bruno-de-Guigues, Temisca inc., qui est une division d'Opta Minerals Inc., extrait et traite de la silice destinée aux marchés du sable de terrain de golf, du sable filtrant, du sable de fracturation, des abrasifs et des matériaux de construction. Ses installations de traitement comprennent un hydroclasseur d'une capacité de 200 000 t/a, ainsi que des systèmes de criblage, de séchage et d'emballage.

Béton provincial Ltée exploite une carrière de grès siliceux dans le comté de La Rivière, dans la région de Gaspé, tandis que la Société Minière Gerdin Inc. exploite de façon saisonnière une carrière de sable siliceux à Saint-Rémi-d'Amherst.

Exploration Québec/Labrador Inc. exploite un gisement de quartz, aux environs du lac Daviault, près de Fermont. Le broyage du minerai extrait est effectué sur place, mais son traitement est exécuté à l'usine de Granirex (division de DuPont Canada Inc., qui est établie en Ontario), à Thetford Mines (Qc). Le minerai traité est vendu à des fabricants de produits en pierre techniques durables qui servent à décorer des surfaces. Exploration Québec/Labrador Inc. prévoit introduire son quartz sur d'autres marchés, y compris celui du silicium métal.

Ontario

Unimin Canada Ltée est également la plus grande société productrice de silice en Ontario, sa capacité s'établissant à environ 500 000 t/a. La quartzite en gros morceaux qui provient de l'île Badgeley (capacité de 150 000 t/a), dans le secteur Nord de la baie Georgienne, est expédiée par bateau à des producteurs canadiens de ferrosilicium. Le matériau plus fin produit par broyage est livré à l'usine d'Unimin Canada Ltée à Midland, dont la capacité se chiffre à 400 000 t/a, au sud de la baie Georgienne; le matériau est alors soumis à un traitement secondaire et transformé en sable siliceux destiné à la verrerie et en farine de silice propice, entre autres, à la production de céramiques.

Crystal Quartz Canada Inc., qui est établie près de Dryden, dans l'Ouest de l'Ontario, est l'unique société d'Amérique du Nord à fournir aux producteurs de quartz synthétique de ce continent une silice propice à la production de quartz lasca.

En Ontario, d'autres sociétés produisent d'importantes quantités de silice utilisée comme fondant dans les usines de fusion de minerais de métaux communs de Timmins et de Sudbury, ainsi que pour produire du silicium métal, des briques spéciales et divers biens décoratifs. Parmi les autres producteurs établis en Ontario, mentionnons Arriscraft International Inc., qui exploite la carrière Elgin dans le canton de Bastard; Rapier Resources Inc., qui exploite une carrière dans le canton de Deagle, à l'ouest de Sudbury; Great White Minerals Ltd., qui est propriétaire de la carrière Fripp, près de Timmins; Northern Mining Explorations Ltd., qui exploite une carrière à Timmins, dans le canton de Shaw; et Roseval Silica Inc., qui exploite une carrière dans le canton de Penhorwood, près de Timmins.

Manitoba

Aucune carrière de silice connue n'est présentement en exploitation dans cette province.

Saskatchewan

HudBay Minerals Inc. (appelée autrefois La Compagnie Minière et Métallurgique de la Baie d'Hudson Limitée) produit de la silice dans la région du lac Amisk, dans le Nord de la province. De plus, son usine de fusion de Flin Flon (Man.) est la plus importante utilisatrice de sable siliceux produit en Saskatchewan. La HudBay utilise le sable siliceux comme fondant qui, après sa fusion, réagit avec différentes impuretés présentes dans le concentré de cuivre et forme ainsi un laitier. Un métal mieux affiné est obtenu une fois que le laitier contenant des impuretés est extrait du four de fusion.

Red Deer Silica Inc. produit de petites quantités de silice, au nord-est du village d'Hudson Bay. Les fosses de sable des terrains de golf, le sable pour revêtement de stucco et le sablage au jet constituent ses principaux débouchés.

Au milieu de 2002, Trican Well Services Ltd. et la Saskatchewan Opportunities Corporation (SOCO) ont fait l'acquisition du gisement minéral ciblé par le projet d'exploitation de sable siliceux Hanson Lake. Les concessions minières où ce gisement repose font l'objet d'une option accordée au Winn Bay Sand Limited Partnership, qui est associé à la Première nation Ochapowace. Lonesome Prairie Sand and Gravel Ltd. est l'entrepreneur chargé de l'ensemble des activités d'exploitation à ciel ouvert; tous les travaux de traitement sont exécutés sur place. Le sable siliceux est principalement destiné à l'exécution de travaux de fracturation dans les champs gazifères de la Saskatchewan. Le sable siliceux produit dans le cadre de ce projet est transporté à Burstall, juste à l'ouest des monts Great Sand, où il est livré à des clients.

Alberta

Sil Industrial Minerals Inc., dont le siège social se trouve à Edmonton, produit du sable siliceux à partir de dunes de sable de la région de Bruderheim. Elle exploite aussi une installation de traitement de silice, près d'Edmonton. La silice est surtout vendue à des producteurs de fibre de verre et comme agent de sablage au jet. Elle est également employée comme sable de fonderie, sable filtrant, sable de fracturation et sable de traction sur les voies ferrées. La société produit également de la farine de silice en broyant du sable siliceux dans un broyeur à boulets; la farine est utilisée par l'industrie pétrolière et gazière pour préparer du ciment d'isolation thermique.

Les produits uniques et de marque déposée de Cementec Industries Inc., qui est établie à Calgary, sont destinés aux industries du pétrole, du gaz naturel et de la construction. Parmi ceux-ci, mentionnons la farine de silice, les fumées de silice et le sable de décapage au jet.

Colombie-Britannique

La Dynatec Corporation, qui est établie à Calgary (Alb.), exploite la mine Moberly, dans la région de Golden. Le sable siliceux de première qualité (pureté de 99,5 %) que l'on y extrait possède différentes applications industrielles (par exemple, comme sable de verrerie). À une usine près de Golden, le grès friable est broyé, tamisé, lavé, séché et classé selon différentes tailles de particules. Selon sa granulométrie, le sable est surtout vendu comme sable de verrerie, mais également comme sable de décapage au jet, sable de fonderie, sable filtrant et sable de terrain de golf.

Lafarge Canada Inc. extrait du gisement Buse Lake du minerai renfermant de la silice et de l'alumine, matière d'alimentation qu'elle expédie à sa cimenterie de Kamloops.

PRIX

Les prix établis pour les transactions réelles varient considérablement d'une région à l'autre et tiennent compte notamment des quantités achetées, de l'utilisation, de l'assurance de la qualité, de la teneur exacte du matériau acheté et des conditions de crédit. Étant donné que les prix du secteur industriel canadien n'ont pu être obtenus, les exemples suivants proviennent d'autres sources et sont utilisés à titre de comparaison seulement. Selon le numéro de mai 2004 de la revue *Industrial Minerals*, les prix du sable siliceux (sable destiné à des fonderies du Royaume-Uni, sec, en vrac, en usine) se situaient entre 15,50 et 16,50 livres sterling la tonne (£/t), soit entre 38,54 et 41,02 \$CAN/t. Dans les autres catégories (sable de verrerie, verre de silex, récipients de verre, en usine), les prix fluctuaient entre 15 et 17 £/t, soit entre 37,29 et 42,26 \$CAN/t. Les prix en usine aux États-Unis (sable de fonderie, sec, en vrac) s'établissaient entre 14,00 et 25,00 \$US/t, soit entre 19,22 et 34,31 \$CAN/t.

Ainsi, sur le marché nord-américain, les prix du sable et du gravier à usage industriel² aux États-Unis ont atteint 22,17 \$US/t en 2003, soit une augmentation d'environ 6 % par rapport à la valeur moyenne de 2002 (valeurs rapportées par la Geological Survey des États-Unis dans *2003 Review*, pour une valeur moyenne franco à bord à l'usine). La valeur unitaire moyenne du sable siliceux à usage industriel se situait à 22,54 \$US/t et celle du gravier siliceux à usage industriel, à 13,47 \$US/t. Le prix moyen du sable siliceux fluctuait entre 7,00 \$US/t pour le fondant métallurgique et 85,29 \$US/t pour le sable de fonderie broyé. Quant au gravier siliceux, les prix variaient entre 40,08 \$US/t pour les matériaux filtrants et 9,07 \$US/t pour celui utilisé à d'autres fins. Selon la Geological Survey des États-Unis, les prix de la silice des producteurs américains oscillaient généralement entre quelques dollars et des centaines de dollars la tonne et, à l'occasion, ils dépassaient la barre de 1000 \$US/t. Aux États-Unis, le sable siliceux broyé pour le moulage de fonderie et comme liant pour noyaux détenait la plus haute valeur unitaire la tonne, soit 85,29 \$US/t; il était suivi de la silice employée dans les filtres de piscine (73,76 \$US/t), du sable siliceux broyé utilisé comme matière de charge dans le caoutchouc, les peintures et le mastic de vitrier (73,50 \$US/t), du sable siliceux broyé utilisé comme abrasif dans les produits de récurage (54,26 \$US/t), du sable siliceux broyé utilisé pour les céramiques (51,90 \$US/t), de la silice utilisée par les municipalités pour épurer l'eau (49,75 \$US/t), du sable siliceux broyé utilisé pour rendre des puits étanches et en

² La terminologie se rapportant à la silice et les caractéristiques de ce minéral varient d'un pays à l'autre. Aux États-Unis, le sable et le gravier industriels sont souvent appelés « silice », « sable siliceux » et « sable quartzueux » et comprennent le sable et le gravier à haute teneur en dioxyde de silicium.

effectuer la cimentation (42,04 \$US/t) et du sable siliceux pour la fracturation hydraulique (40,72 \$US/t).

PRINCIPALES UTILISATIONS ET CARACTÉRISTIQUES

La silice sous forme de quartz, de sable, de grès et de quartzite présente divers usages qui peuvent être regroupés selon la granulométrie du matériau. Par exemple, les particules de silice en gros morceaux mesurent de 2 ou 3 mm à 15 cm au moins, celles de sable siliceux, de 75 µm à 2 ou 3 mm et celles de farine de silice, généralement moins de 75 µm. Ci-après, on traite des utilisations de la silice selon trois catégories générales de granulométrie (résumé de rapport n^o 4 de CANMET sur la silice).

Silice en gros morceaux³

Fondant : Le quartz, la quartzite et, parfois, le grès et le sable servent de fondants dans les usines de fusion de minerais de métaux communs à faible teneur en silice. Bien qu'une faible proportion d'impuretés comme l'oxyde de fer et l'alumine puisse être tolérée, la concentration de silice du fondant doit être la plus élevée possible. Les particules de fondant mesurent habituellement de 0,5 cm à moins de 2,5 cm.

Alliages de silicium : Le quartz, la quartzite et le grès bien consolidé servent à produire du silicium, du ferrosilicium et d'autres alliages à base de silicium. La concentration de silice du ferrosilicium devrait s'élever à 98 %, sa teneur totale en oxyde de fer et en alumine, à moins de 1,5 %, et sa teneur maximale en chaux et en magnésie, à 0,20 % chacun. De plus, il ne devrait contenir que d'infimes quantités de phosphore et d'arsenic. La production de silicium métal requiert l'utilisation d'un quartz très pur dont la teneur en SiO₂ s'élève au moins à 99,5 % et la concentration d'oxyde de fer et d'alumine, à moins de 0,04 %. Les particules d'alliages de silicium mesurent entre 5 et 10 cm.

Briques de silice : On utilise du quartz et de la quartzite broyés en particules de 2,5 mm pour produire des briques de silice destinées à la fabrication de revêtements de four réfractaire à température élevée. Leur teneur minimale en silice doit s'élever au moins à 95 % et leur concentration d'oxyde de fer et d'alumine, à moins de 0,1 % chacune.

³ Le sable siliceux, le quartz et les cristaux de quartz de première qualité constituent la matière première des cristaux de quartz synthétique, de la silice fondue et des fibres optiques. Leur teneur en silice doit être aussi élevée que possible, tandis que leur concentration d'éléments métalliques doit être la moins forte possible et être de l'ordre de la partie par million (ppm).

En outre, elles ne doivent contenir qu'une faible proportion d'autres impuretés comme la chaux et la magnésie.

Autres utilisations : Le quartz et la quartzite en gros morceaux servent de revêtements dans les broyeurs à boulets et les broyeurs tubulaires, ainsi que de revêtements et de matériaux d'étanchéité dans les tours à acide. Les galets de silex naturels peuvent servir à broyer des minerais non métalliques.

Sables siliceux³

Verre et fibre de verre : Les sables quartzeux naturels et les sables issus du broyage du quartz, de la quartzite ou du grès servent à fabriquer du verre, de la fibre de verre et des articles en silice fondue. Leur teneur en silice doit dépasser 99 %, tandis que leur concentration d'oxyde de fer doit être uniforme et inférieure à 0,025 %.

D'autres impuretés, comme l'alumine, la chaux et la magnésie, peuvent être présentes, mais dans des proportions inférieures à 0,15 % chacune. Les sables siliceux ne doivent pas contenir du chrome, du cobalt ou du titane, sinon en concentrations inférieures à 2 ou 3 ppm. Il est important que la granulométrie des particules de sable siliceux soit uniforme, et celles-ci doivent généralement mesurer entre 100 et 600 µm et contenir le moins possible de matériaux grossiers et fins.

Carbure de silicium : Les sables siliceux servant à produire du carbure de silicium doivent présenter une teneur en silice qui se chiffre à 99 % et une concentration d'oxyde de fer et d'alumine qui est inférieure à 0,1 % chacun. De plus, ils ne doivent absolument pas contenir de la chaux, de la magnésie ou du phosphore. Bien qu'il soit préférable d'employer des sables à grains grossiers, des sables à grains plus fins sont utilisés lorsqu'on ne dispose d'aucun sable grossier. Toutefois, les particules de tous les sables servant à produire du carbure de silicium doivent mesurer plus de 150 µm, et, dans l'ensemble, leur granulométrie doit dépasser 0,5 mm et être inférieure à 2,0 mm.

Fracturation hydraulique : Les sables siliceux peuvent servir d'agents de soutènement pendant la fracturation hydraulique de formations pétrolifères dont on souhaite accroître l'écoulement du pétrole. Ils doivent être propres et secs et présenter une forte résistance à la compression. De plus, ils doivent être riches en silice et pauvres en carbonates et en d'autres minéraux consommateurs d'acide. Leurs grains doivent mesurer entre 500 et 850 µm et être bien ronds afin de faciliter leur mise en place et d'assurer une perméabilité maximale.

Moulage de fonderie : Le sable naturel et celui qui résulte de la réduction du grès à l'état de grains sont souvent utilisés par l'industrie de la fusion à des fins de moulage. La pureté et la taille des grains du sable utilisé dépendent du

type de moulage et de la technique de fusion. La granulométrie des sables sidérurgiques varie entre 75 et 850 µm et se subdivise en étroites fractions. La granulométrie du sable établie par l'American Foundrymen's Society (AFS) se situe entre 55 et 65 µm; il est préférable que, dans l'ensemble, les grains de sable se déposent sur trois tamis adjacents et qu'ils soient arrondis. Les sables de fonderie doivent être riches en silice (99 % de SiO₂) et pauvres en oxydes d'aluminium, de fer, de sodium et de potassium.

Produits chimiques à base de silicates : Les sables servant à produire du silicate de sodium et d'autres produits chimiques doivent être de première qualité. Le silicate de sodium doit contenir 99 % de silice et moins de 1 % d'alumine et présenter une teneur totale en chaux et en magnésie qui est inférieure à 0,5 %, ainsi qu'une concentration d'oxyde de fer de moins de 0,1 %. La granulométrie de tous ces sables doit s'établir entre 150 et 840 µm.

Autres utilisations : Le quartz, la quartzite, le grès et le sable broyés grossièrement en grains d'une taille très similaire constituent des abrasifs utilisés pour sabler au jet et fabriquer des papiers abrasifs. Les grains de sable arrondis et d'une taille très similaire servent de matériaux filtrants dans les stations de traitement d'eau, tandis que le sable siliceux sert d'additif pendant la production du ciment portland lorsque le ciment d'origine est pauvre en silice.

Farine de silice

La farine de silice est issue du broyage du quartz, de la quartzite, du grès et du sable en grains de 75 µm au plus. On s'en sert dans l'industrie des céramiques pour produire des frites d'émail et du verre de silex pour poterie. Elle est également utilisée pour produire de l'amiante-ciment et fabriquer des produits en béton durci par autoclavage, ainsi que comme minéral inerte de remplissage et de charge dans le caoutchouc et les peintures et comme abrasif dans les savons et les poudres à récurer.

EXTRACTION, TRAITEMENT ET VALORISATION

Extraction

La silice commerciale provient de filons de quartz, ainsi que de gisements de sable, de grès et de quartzite. Elle est généralement extraite à ciel ouvert dans des carrières au moyen de techniques classiques d'abattage par pans. Après son concassage primaire, la roche est camionnée jusqu'à une usine où elle est davantage broyée, traitée et valorisée.

Traitement

La silice peut être utilisée sous forme de gros morceaux, de sable, de poudre finement moulue et de farine. Le

concassage primaire de la silice en gros morceaux est rapidement effectué par des concasseurs à mâchoires et à cône, tandis que son concassage secondaire est exécuté dans des usines dotées de concasseurs à marteaux ou à impact. On peut la réduire davantage au moyen de concasseurs à cylindres ou de broyeurs à barres pour en faire du sable, ainsi qu'au moyen de broyeurs à boulets, à vibrations ou à jet ou à l'aide de broyeurs par attrition, dans une usine de broyage à petites billes céramiques, pour en faire de la farine ou un matériau plus fin.

Après leur concassage primaire et secondaire, la quartzite, le grès et le quartz en gros morceaux qui servent de fondant pour produire, entre autres, du silicium et du ferrosilicium doivent être tamisés afin qu'ils présentent des propriétés granulométriques particulières. Ces matériaux sont essentiellement utilisés tels qu'ils sont extraits dans les carrières. Bien que leur tamisage puisse éliminer des impuretés fines et améliorer leur qualité, ce procédé de valorisation demeure le seul auquel ils sont soumis.

Valorisation

En général, la silice utilisée sous forme de sable ou de farine pour produire du verre, du carbure de silicium, des matériaux de fonderie et de l'amiante-ciment doit être très pure et précisément tamisée. Par conséquent, la silice brute d'alimentation doit habituellement être traitée et valorisée davantage.

Pour que les grains de silice mesurent, par exemple, plus de 150 µm mais moins de 850 µm, la réduction secondaire de ce minéral doit être effectuée soigneusement afin d'empêcher l'introduction d'impuretés comme des particules de fer et de ne pas dépasser le concassage optimum. Il est préférable d'utiliser des grains entiers non fracturés pour effectuer du moulage de fonderie, les fines nuisant aux activités de fonderie et de verrerie. On dépasse moins fréquemment le concassage optimum d'une matière première composée de grès friable faiblement consolidé que celui d'une matière d'origine constituée de quartz ou de quartzite, dont la structure granulaire n'est pas bien définie. Le matériel de concassage a également beaucoup d'importance. Par exemple, les concasseurs à impact produisent plus de grains fracturés et de fines que les concasseurs à mâchoires, à cône ou à cylindres.

Après que les grains de silice ont été réduits à la taille voulue, ils peuvent être soumis à divers procédés de valorisation visant à éliminer des impuretés qui sont généralement composées d'argile, de feldspath, de carbonates et de minéraux contenant du ferromanganèse. La valorisation peut comprendre l'un ou plusieurs des procédés suivants :

1. un tamisage visant à éliminer des fractions grossières et fines qui contiennent habituellement une grande partie des impuretés;

2. une séparation magnétique visant à éliminer des minéraux qui renferment du fer;
3. un pistonnage ou un tablage visant à éliminer des minéraux lourds;
4. un lavage et un nettoyage par attrition visant à éliminer de l'argile et des boues;
5. une flottation visant à éliminer des minéraux qui résistent aux techniques magnétiques ou gravimétriques (par exemple, feldspath et pyrite);
6. une lixiviation acide visant à réduire davantage les minéraux qui contiennent du fer et des carbonates.

PRÉOCCUPATIONS

Santé et sécurité

La silice cristalline est composée de dioxyde de silicium (SiO_2). La plupart des minéraux extraits d'une exploitation minière contiennent diverses quantités de SiO_2 . On qualifie de cristallin le SiO_2 dont les molécules s'orientent selon un motif de répétition. Les trois formes de silice cristalline les plus répandues dans l'industrie sont le quartz, la tridymite et la cristobalite.

La silicose est une maladie pulmonaire invalidante, irréversible et parfois mortelle qui résulte d'une trop grande exposition à la silice cristalline inhalable. On peut prévenir cette maladie en assurant l'utilisation sécuritaire de ce minéral et en prenant des mesures appropriées. Pour réduire l'exposition à la silice cristalline inhalable et prévenir la silicose, les employeurs, les travailleurs et les professionnels de la santé doivent travailler de concert (selon l'Occupational Safety and Health Administration du Department of Labor des États-Unis). Aux États-Unis, tout produit minéral dont la teneur en silice cristalline est supérieure à 0,1 % peut être contrôlée en vertu des normes sur la communication de renseignements sur les matières dangereuses de l'Occupational Safety and Health Administration (voir le site Web anglais suivant au [www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline]).

Le Canada a établi une norme similaire qui se traduit par le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (voir le site Web de SIMDUT à l'adresse [www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut]). Le SIMDUT est mis en oeuvre au moyen de mesures législatives fédérales, provinciales et territoriales concertées.

Recyclage

Le plus recyclé des verres servant à produire des récipients est le verre de récupération ou groisil, dont l'usage croissant entraîne une diminution des proportions de matières

vierges nécessaires dans la fritte. Vient ensuite l'utilisation qui représente jusqu'à 40 % de la charge d'alimentation servant à produire de la fibre de verre isolante. Le sable siliceux qui sert au sablage au jet n'est généralement utilisé qu'une seule fois, compte tenu qu'il est bon marché et se décompose rapidement pendant son utilisation. La récupération et la réutilisation des sables de fonderie croissent en raison d'une hausse de leurs prix et des coûts associés à leur élimination.

Environnement

Il est généralement possible de gérer les répercussions environnementales de l'exploitation minière du sable et du gravier, car celles-ci ne touchent l'environnement immédiat que pendant les travaux d'exploitation.

PERSPECTIVES

Selon la Geological Survey des États-Unis, la demande de sable de fonderie varie principalement selon la production d'automobiles et de camionnettes qui fluctue en fonction de la croissance du PIB. Les ventes de verre devraient osciller d'un marché à l'autre (par exemple, les marchés du verre plat et du verre de spécialité). La production de cristaux de quartz devrait demeurer importante, car on s'attend à ce que la demande d'appareils qui en comportent continue d'augmenter.

D'après Pilkington, la demande de verre croît d'environ 3,5 % par an depuis nombre d'années, progression qui s'avère inférieure à celle du PIB. La demande de produits à valeur ajoutée augmente plus rapidement que la demande de verre de base. En outre, les produits à valeur ajoutée prennent une place de plus en plus importante sur le marché de l'automobile, car ils élargissent la gamme de vitres qu'un véhicule peut comporter.

Le Freedonia Group prévoit que la demande de verre plat perfectionné aux États-Unis croîtra de 6,5 % par an pour totaliser 6,7 milliards de dollars américains en 2008. Cette progression résultera en grande partie de la mise en marché de nouveaux produits, plus particulièrement de produits en verre intelligent, ainsi que de verre à vitre autonettoyant et d'écrans larges d'affichage frontal destinés aux véhicules motorisés. Des produits plus classiques, comme le verre à faible émissivité qui réduit le rayonnement solaire et les vitres de sécurité pour automobiles, continueront de dominer le marché, mais ils connaîtront une plus faible croissance de la demande.

Selon Roskill, le silicium, qui entre dans la fabrication d'articles en aluminium, d'appareils électroniques et de produits chimiques, devrait connaître une progression de la demande qui se chiffrera à environ 6 % par an au cours des quatre prochaines années. Le secteur des produits chimiques contenant du silicium devrait, par ailleurs, faire

l'objet de la plus forte augmentation au chapitre des volumes. La demande de ferrosilicium fluctue en fonction de la demande de fonte. Sa croissance devrait se chiffrer à moins de 1,5 % par an jusqu'en 2007, tandis que celle de la demande d'acier devrait dépasser 2 % par année.

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 données du présent chapitre sont les plus récentes au 29 avril 2005. (3) 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

N° tarifaire	Dénomination	Canada			États-Unis	UE	Japon
		NPF	TPG	États-Unis	Canada	Taux (1)	OMC (2)
2505.10	Sables siliceux et sables quartzeux	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2506	Quartz (autres que les sables naturels); quartzite, même dégrossies ou simplement débitées, par sciage ou autrement, en blocs ou en plaques de forme carrée ou rectangulaire						
2506.10	Quartz	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2506.21	Quartzites brutes ou dégrossies	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2506.29	Quartzites, n.m.a.	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2804.61	Silicium contenant en poids au moins 99,99 % de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2804.69	Silicium, n.m.a.	5 %	3 %	en franchise	en franchise	5,5 %	en franchise
2811.22	Dioxyde de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	4,6 %	3,3 %
2849.20	Carbures de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	5,5 %	3,3 %
7202.21.10	Ferrosilicium contenant en poids plus de 55 % mais moins de 60 % de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	5,7 %	en franchise
7202.21.20	Ferrosilicium contenant en poids 60 % ou plus mais moins de 90 % de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	5,7 %	en franchise
7202.21.30	Ferrosilicium contenant en poids 90 % ou plus de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	5,7 %	en franchise
7202.29	Ferrosilicium, n.m.a.	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	5,7 %	2,5 %
7202.30	Ferro-silico-manganèse	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	3,7 %	2,5 %
7202.50	Ferro-silico-chrome	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise	2,7 %	2,5 %

Sources : *Tarif des douanes* canadien, en vigueur en janvier 2005, Agence des services frontaliers du Canada; *Harmonized Tariff Schedule of the United States*, 2005; Journal officiel de l'Union européenne (édition du 30 octobre 2004); Customs Tariff Schedules of Japan, 2004.

n.m.a. : non mentionné ailleurs; NPF : nation la plus favorisée; OMC : Organisation mondiale du commerce; TPG : tarif de préférence général; UE : union européenne.

(1) Taux des droits conventionnels : Dans le cas des produits importés provenant de pays qui constituent des parties contractantes à l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce, ou de pays avec lesquels l'Union européenne a conclu des accords comprenant la clause du tarif de la nation la plus favorisée, les droits de douane applicables seront les droits conventionnels dont les taux se trouvent dans la troisième colonne de la liste tarifaire. (2) Les taux de l'Organisation mondiale du commerce sont indiqués; dans certains cas, de plus faibles tarifs douaniers peuvent être appliqués.

TABLEAU 1. PRODUCTION ET COMMERCE CANADIENS DE SILICE, DE 2002 À 2004

N° tarifaire	2002		2003		2004 (dpr)	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
PRODUCTION (Expéditions)						
Par province						
Terre-Neuve-et-Labrador	x	x	x	x	x	x
Nouvelle-Écosse	x	x	x	x	x	x
Nouveau-Brunswick	x	x	x	x	x	x
Québec	534 817	16 519	474 865	13 241	599 000	17 071
Ontario	479 016	10 999	532 999	12 239	500 547	12 494
Manitoba	x	x	x	x	x	x
Alberta	221 871	8 444	342 350	9 455	339 348	9 373
Colombie-Britannique	x	x	x	x	x	x
Total	1 539 878	45 398	1 581 120	41 707	1 690 352	46 552
EXPORTATIONS						
2505.10	Sables siliceux et sables quartzeux					
États-Unis	239 113	7 528	311 845	6 850	641 770	11 378
Italie	41	14	224	52	4 694	475
Corée du Sud	—	—	1 626	107	271	175
Venezuela	—	—	—	—	6 353	117
Chine	—	—	866	14	190	78
Israël	—	—	358	8	5 009	63
Espagne	84	28	189	57	106	51
Belgique	—	—	—	—	208	48
Japon	57	21	52	33	108	46
Saint-Pierre-et-Miquelon	—	—	—	—	120	22
République tchèque	—	—	—	—	66	19
Portugal	—	—	4	...	52	13
Malaisie	—	—	—	—	3 437	12
Russie	—	—	—	—	50	10
Inde	—	—	—	—	34	10
Allemagne	—	—	—	—	46	9
Jamaïque	—	—	—	—	44	9
Norvège	18 562	707	9 631	381	2 485	7
Barbade	—	—	62	2	21	6
Brésil	—	—	—	—	20	6
Afrique du Sud	—	—	—	—	18	5
Chili	6 000	9	34	16	18	4
Cuba	1	...	—	—	110	3
Taiwan	—	—	—	—	9	2
Trinité-et-Tobago	7	4	—	—	7	2
Pays-Bas	—	—	—	—	42	1
Bahamas	—	—	—	—	20	...
Guyana	—	—	—	—	2	...
Hong Kong	—	—	2	...	2	...
Irlande	—	—	—	—	3	...
Grèce	1	...	7	...	12	...
Turkménistan	—	—	—	—	4	...
Suisse	—	—	20	...	—	—
Royaume-Uni	—	—	74	17	—	—
Ouzbékistan	—	—	20	40	—	—
Pérou	—	—	19	4	—	—
Nouvelle-Zélande	—	—	444	85	—	—
Australie	200	41	1 883	737	—	—
Honduras	—	—	10	...	—	—
Finlande	—	—	12	2	—	—
Saint-Kitts-et-Nevis	20	4	1	...	—	—
Nicaragua	—	—	14	...	—	—
France	66	13	—	—	—	—
Total	264 152	8 369	327 397	8 405	665 331	12 571
2506.10	Quartz (autres que les sables naturels)					
États-Unis	4 889	1 201	21 493	875	6 148	976
Chine	—	—	—	—	5 200	241
Allemagne	—	—	98	6	168	11
France	—	—	—	—	118	9
Japon	20	3	8	1	51	4
Bulgarie	153	55	720	111	—	—
Hong Kong	250	31	—	—	—	—
Nouvelle-Zélande	—	—	740	48	—	—
Total	5 312	1 290	23 059	1 041	11 685	1 241
2506.21	Quartzites brutes ou dégrossies					
États-Unis	1 131	390	1 606	578	1 374	489

TABLEAU 1 (suite)

N° tarifaire	2002		2003		2004 (dpr)		
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	
EXPORTATIONS (suite)							
2506.29	Quartzite n.m.a.						
	États-Unis	75	27	97	20	42	21
	Cuba	135	13	343	34	-	-
	Total	210	40	440	54	42	21
2811.22	Dioxyde de silicium						
	États-Unis	274	1 081	289	1 514	302	958
	Suisse	25	2	500	79	1 223	165
	Hong Kong	1 876	178	69	16	709	136
	Royaume-Uni	118	22	166	16	846	113
	Japon	100	20	207	20	833	66
	Pays-Bas	-	-	38	4	259	40
	Thaïlande	-	-	-	-	112	24
	Irlande	-	-	-	-	87	17
	Roumanie	-	-	-	-	186	15
	Jamaïque	82	8	-	-	128	12
	Allemagne	-	-	...	23	109	11
	Israël	-	-	20	4	77	9
	Taiwan	-	-	145	89	100	9
	Italie	-	-	-	-	89	8
	Afrique du Sud	-	-	-	-	84	8
	France	-	-	-	-	77	7
	Chili	25	7	-	-	55	5
	Belgique	-	-	-	-	53	5
	Danemark	-	-	-	-	50	5
	Chine	-	-	-	-	19	2
	Égypte	-	-	-	-	21	2
	Mexique	-	-	11	1	26	2
	Corée du Sud	-	-	29	3	24	2
	Russie	-	-	-	-	10	1
	Ukraine	-	-	-	-	...	1
	Philippines	-	-	32	6	3	...
	Inde	-	-	-	-	...	...
	Singapour	-	-	35	3	-	-
	Swaziland	-	-	441	83	-	-
	Brésil	-	-	200	27	-	-
	Kazakhstan	-	-	1	...	-	-
	Total	2 500	1 318	2 183	1 888	5 482	1 623
	Exportations totales	273 305	11 407	354 685	11 966	683 914	15 945
IMPORTATIONS (1)							
2505.10	Sables siliceux et sables quartzeux						
	États-Unis	591 216	44 859	820 309	44 581	1 241 927	42 389
	Australie	608	509	1 095	964	29 702	1 888
	Allemagne	1 102	714	1 373	736	2 202	736
	Venezuela	-	-	56	55	388	351
	Belgique	2 472	123	4 477	153	6 755	234
	Suède	348	215	523	285	4 220	214
	Pays-Bas	223	127	307	154	3 233	77
	Pologne	5	6	61	49	93	64
	Norvège	-	-	-	-	1 222	57
	Royaume-Uni	39	3	12	5	48	47
	France	2	1	6	1	16	31
	Chine	195	138	220	75	190	14
	Russie	-	-	-	-	5	5
	Canada	7	2	40	1	271	5
	Mexique	5	...	1	...	1	4
	Italie	3	1	11	4	212	3
	Autriche	338	35	10	4	14	2
	Sri Lanka	-	-	45	...	88	1
	Irlande	-	-	-	-	...	1
	Hong Kong	...	...	-	-	5	1
	Nouvelle-Zélande	-	-	-	-	4	...
	Mongolie	-	-	-	-	2	...
	Danemark	-	-	-	-	1	...
	Arménie	-	-	-	-	...	...
	Taiwan	7	...	5	...	1	...
	Ukraine	-	-	2	2	1	...
	Émirats arabes unis	-	-	-	-	...	...
	Brésil	4	...	1	...	...	...
	Suisse	1	...	-	-	-	-
	Thaïlande	1	...	1	1	-	-
	Chili	-	-	10	...	-	-
	Finlande	-	-	...	...	-	-

TABLEAU 1 (suite)

N° tarifaire	2002		2003		2004 (dpr)	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
IMPORTATIONS (1) (suite)						
2505.10 (suite)						
Islande	–	–	21	16	–	–
Argentine	1	...	1	...	–	–
Philippines	38	11	1	1	–	–
Namibie	7	5	–	–	–	–
Japon	7	2	4	1	–	–
Iran	1	...	–	–	–	–
Inde	106	33	148	43	–	–
République dominicaine	1	...	–	–	–	–
Afrique du Sud	227	72	354	90	–	–
Total	596 964	46 856	829 094	47 221	1 290 601	46 124
2506.10						
Quartz (autres que les sables naturels)						
Espagne	4	...	19	50	23 752	1 500
Italie	37	2	144	10	1 302	696
États-Unis	8 535	437	6 737	365	6 691	389
Brésil	2 306	134	2 094	99	1 730	140
Égypte	–	–	18	1	518	60
Chine	30	1	2	...	544	45
Allemagne	2 047	112	343	24	206	27
Inde	283	15	56	3	450	26
Suisse	61	2	23	1	80	1
Madagascar	–	–	3	...	22	1
Azerbaïdjan	–	–	–	–	12	1
Taiwan	–	–	–	–	2	1
Tanzanie	–	–	–	–	15	1
Japon	9	...	–	–	1	...
Mexique	1	...	–	–	2	...
Royaume-Uni	10	1	2	...	1	...
France	–	–	6	...	1	...
Hong Kong	–	–	2	...	1	...
Suède	–	–	4	...	3	...
Belgique	–	–	–	–	5	...
Tchad	–	–	–	–	2	...
Autriche	5	...	–	–	–	–
Afrique du Sud	10	1	–	–	–	–
Irlande	–	–	22	1	–	–
Népal	–	–	3	...	–	–
Thaïlande	–	–	1	...	–	–
Total	13 338	705	9 479	554	35 340	2 888
2506.21						
Quartzites brutes ou dégrossies						
États-Unis	1 781	354	1 633	281	2 913	442
Israël	–	–	174	8	708	137
Brésil	44	7	82	19	173	39
Italie	2	...	–	–	156	36
Madagascar	5	1	–	–	24	5
Inde	25	4	–	–	–	–
Chine	–	–	7	1	–	–
Espagne	–	–	64	4	–	–
Total	1 857	366	1 960	313	3 974	659
2506.29						
Quartzite, n.m.a.						
États-Unis	1 086	91	2 363	174	1 609	124
Royaume-Uni	26	2	422	28	466	35
Brésil	741	48	948	43	262	18
Afrique du Sud	24	2	36	3	116	9
Chine	15	1	95	6	82	6
Inde	185	16	29	2	202	5
Mexique	24	2	7	...	26	3
Allemagne	–	–	291	15	52	3
Japon	1 266	106	759	44	29	2
Madagascar	3	...	76	5	15	1
Pérou	5	...	3	...	15	1
Espagne	2	...	–	–	11	1
Russie	–	–	7	...	20	1
Maroc	5	...	15	1	3	...
Uruguay	3	...	15	1	1	...
Australie	–	–	6	...	4	...
Congo	–	–	–	–	1	...
République tchèque	–	–	–	–	8	...
Pologne	–	–	–	–	2	...
Ukraine	–	–	–	–	1	...
Italie	72	4	–	–	–	–
Argentine	–	–	2	...	–	–

TABLEAU 1 (suite)

N° tarifaire	2002		2003		2004 (dpr)	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
IMPORTATIONS (1) (suite)						
2506.29 (suite)						
Canada	–	–	2	...	–	–
Colombie	–	–	8	1	–	–
France	–	–	126	12	–	–
Liban	–	–	1	...	–	–
Total	3 457	272	5 211	335	2 925	209
2811.22						
Dioxyde de silicium						
États-Unis	22 202	47 641	23 384	44 623	25 545	43 180
Allemagne	1 080	6 466	1 361	7 636	1 406	8 037
Chine	1 115	2 580	1 140	2 629	1 690	2 331
Royaume-Uni	61	241	197	1 525	251	2 225
Japon	182	985	271	1 183	268	1 086
Suisse	107	736	87	774	64	667
Italie	1	7	6	15	57	125
Venezuela	48	81	44	40	122	124
Turquie	–	–	–	–	55	63
Suède	3	24	9	54	16	54
Singapour	71	98	6	64	57	50
Russie	–	–	–	–	24	45
Canada	6	18	2	20	9	37
Pays-Bas	3	9	15	35	15	35
Ukraine	–	–	1	6	3	24
Irlande	2	13	3	19	5	17
Norvège	728	283	82	116	9	12
France	61	103	23	46	2	10
Brésil	2	7	–	–	3	9
Corée du Sud	...	3	1	6	1	7
Hong Kong	...	1	5	19	1	4
Mexique	771	1 072	...	2	1	4
Inde	–	–	...	...	1	4
Belgique	134	351	16	35	...	3
Chili	–	–	–	–	1	3
Taiwan	...	1	...	1	1	2
Finlande	–	–	–	–	...	1
Danemark	1	2	...	...	...	...
Australie	–	–	–	–	...	...
Israël	...	2	–	–	–	–
Autriche	...	...	–	–	–	–
Lithuanie	–	–	...	1	–	–
Albanie	...	...	–	–	–	–
Total	26 578	60 724	26 653	58 849	29 607	58 159
Importations totales	642 194	108 923	872 397	107 272	1 362 447	108 039

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

– : néant; ... : quantité minimale; (dpr) : données provisoires; (k\$) : millier de dollars; n.m.a. : non mentionné ailleurs; x : confidentiel.

(1) Comprend le sable utilisé dans les fonderies et les usines de verre, le sable broyé, la farine siliceuse, ainsi que la poussière de charbon volatils et de silice.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 2. IMPORTATIONS CANADIENNES DE SABLE SILICEUX À L'ÉTRANGER, PAR PROVINCE ET PAR UTILISATION FINALE, DE 2002 À 2004

	2002		2003		2004 (dpr)	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
FONDERIE (1)						
Nouvelle-Écosse	–	–	91	1	–	–
Nouveau-Brunswick	989	21	2 509	37	2 759	59
Québec	34 421	992	39 709	808	50 864	1 099
Ontario	353 168	9 931	596 517	9 137	477 733	9 799
Manitoba	45 931	1 196	53 026	809	25 739	549
Saskatchewan	3 638	93	2 035	49	1 752	33
Alberta	30 517	792	8 869	143	2 000	55
Colombie-Britannique	18 530	481	2 306	37	3 339	54
Total	487 194	13 508	705 062	11 022	564 186	11 646
FABRICATION DU VERRE (2)						
Nouvelle-Écosse	164	98	233	92	3 097	70
Nouveau-Brunswick	–	–	–	–	54	2
Québec	106	58	1 616	573	36 457	793
Ontario	23 416	2 050	32 593	1 223	15 096	406
Manitoba	132	7	37	23	446	16
Alberta	125	9	13	6	108	2
Colombie-Britannique	155	50	35	19	380	9
Total	24 098	2 272	34 528	1 935	55 638	1 296

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

– : néant; (dpr) : données provisoires; (k\$) : millier de dollars.

(1) La rubrique « Fonderie » se rapporte au numéro tarifaire 2505.10.00.10 du Système harmonisé. (2) La rubrique « Fabrication de verre » se rapporte au numéro tarifaire 2505.10.00.20 du Système harmonisé.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 3. QUANTITÉ SIGNALÉE (1) DE SILICE UTILISÉE AU CANADA, PAR INDUSTRIE, DE 2001 À 2003

	2001	2002	2003 (dpr)
	(tonnes)		
Fusion et affinage de métaux non ferreux	989 863	953 064	735 914
Verre primaire et contenants en verre, et laine de fibre de verre	515 207	517 495	497 476
Fonderie	290 806	258 768	244 977
Produits chimiques	75 800	82 185	85 655
Autres produits (2)	713 993	790 821	933 655
Total	2 585 669	2 602 334	2 497 677

Source : Ressources naturelles Canada.

(dpr) : données provisoires.

(1) Données disponibles, selon les utilisateurs. (2) Comprend les abrasifs, les produits d'amiante, les produits de feutre-toiture bitumineux, le ciment pour les besoins de la construction, les produits céramiques et les matériaux de construction à base d'argile, les produits de récurage, les engrais, la peinture et le vernis, les produits de pâtes et papiers, la brique réfractaire, les produits en caoutchouc, les ferro-alliages, l'acier de première fusion et d'autres produits divers.

TABLEAU 4. QUANTITÉ DE SILICE UTILISÉE (1) AU CANADA, DE 2001 À 2003

	2001	2002	2003 (dpr)
	(tonnes)		
Sable siliceux	1 636 017	1 711 312	1 659 889
Silice en gros morceaux	838 544	836 590	767 821
Farine de silice	111 108	54 431	69 967
Total	2 585 669	2 602 334	2 497 677

Source : Ressources naturelles Canada.

(dpr) : données provisoires.

(1) Données disponibles, selon les utilisateurs.