

# 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@mcan.gc.ca*

Le quartz (c.-à-d. du  $\text{SiO}_2$ , soit du dioxyde de silicium ou de la silice) est l'un des minéraux les plus répandus sur 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, dont plus de 25 % aux États-Unis et aux Pays-Bas. La France, l'Autriche, l'Espagne, l'Allemagne, le Paraguay et le Royaume-Uni sont également d'importants producteurs de silice.

Le sable est composé de minuscules grains de quartz, et ce sont ces derniers qui entrent principalement dans la fabrication du verre. L'industrie de l'électronique utilise ce cristal de roche transparent pour fabriquer, notamment, des oscillateurs de radio, des montres et des manomètres. Le quartz constitue également un abrasif qui sert au sablage au jet, au moulage du verre et au taillage de pierres tendres. En outre, c'est un important ingrédient du savon et des céramiques, sans compter qu'il sert, sous forme de cristal de roche transparent, à mener des études optiques et qu'il s'avère essentiel à la fabrication des ordinateurs, dont tous les principaux semi-conducteurs sont composés de quartz.

Le quartz n'est pas le seul minéral composé de  $\text{SiO}_2$ . 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, ainsi que pour effectuer du moulage de fonderie et synthétiser des produits chimiques

silicatés; 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 s'en procurer, et ce, à prix modique, le commerce de la silice 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 2,6 Mt en 2002, soit une augmentation de 16 747 t par rapport à l'année précédente, mais une diminution comparativement à 2000. Selon les données provisoires (tableau 1) des producteurs canadiens, la production du pays était évaluée à 44,32 M\$ en 2003, soit une baisse de 1,083 M\$ par comparaison avec 2002 qui a eu lieu malgré une hausse de la production, qui est passée de 1,54 Mt, en 2002, à 1,59 Mt, en 2003. Toujours d'après des données provisoires, en 2003, la valeur des importations a atteint 107,1 M\$, soit 1,8 M\$ de moins qu'en 2002, et ce, en dépit du fait que les importations sont passées de 641 826 t, en 2002, à 875 197 t, en 2003. Des données provisoires indiquent également que la valeur des exportations se chiffrait à près de 12,0 M\$ en 2003, soit une progression de 559 000 \$ comparativement à 2002 qui s'est produite; quant au volume des exportations, celles-ci sont passées de 273 305 t, en 2002, à 354 685 t, en 2003.

Les données provisoires de 2002 (tableau 3)<sup>1</sup> montrent que l'industrie de la fusion et de l'affinage des métaux non ferreux s'est servie de 36,6 % de toute la silice utilisée au Canada, soit une baisse de 3,7 % comparativement à 2001. Elles indiquent également que l'industrie du verre de

---

<sup>1</sup> L'utilisation de silice 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.

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, et que les fonderies se sont servies de 9,9 % de toute cette silice, soit un fléchissement de 11,0 % par rapport à 2001. De plus, d'après ces données, l'industrie des produits chimiques s'est servie de 3,2 % de toute la silice utilisée au Canada, ce qui représente une augmentation de 8,4 % comparativement à 2001. Enfin, toujours selon ces données provisoires, les nombreuses autres industries utilisatrices comptent pour 30,4 % de l'utilisation totale de silice au pays, soit une hausse de 10,8 % par rapport à 2001.

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 65,8 % (1,7 Mt) du total, soit une augmentation de 75 296 t par rapport à 2001. Quant à la silice en gros morceaux, elle représente 32,1 % (836 590 t) de la quantité totale de silice utilisée, ce qui ne représente qu'un recul de 0,2 % comparativement à 2001. Selon des données provisoires, l'utilisation de farine de silice, qui constitue 2,1 % (54 511 t) du total, a considérablement chuté, soit de 50,9 % par rapport à 2001. Cette chute serait attribuable à la décision d'une société de remplacer la farine de silice par du sable siliceux, substitution qui expliquerait en partie l'augmentation de l'utilisation de sable observée en 2002.

## 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 siliceuses 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 est relativement exempt d'impuretés.

Le sable siliceux est riche en silice (teneur en  $\text{SiO}_2$  d'au moins 95 %). Les particules de silice ou de quartz qui le composent sont issues de la désintégration mécanique et de la décomposition chimique de roches ignées, 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

Bien qu'il compte suffisamment de gisements de silice pour subvenir à tous ses besoins, le Canada importe néanmoins de ce minéral pour alimenter des marchés régionaux particuliers. En 2003, les importations (tableau 1) en provenance des États-Unis ont totalisé 853 058 t ou 97,5 % des importations totales, qui se sont chiffrées à 875 197 t. Les importations de sable siliceux et de sable quartzite en provenance des États-Unis ont considérablement augmenté depuis 2001, soit de 103,9 % de 2001 à 2002 et de 38,6 % de 2002 à 2003. Cette forte progression est principalement imputable à la demande dans l'industrie de la fusion, mais également à l'accroissement de celle des secteurs du pétrole et du gaz naturel (p. ex. le prix du baril de pétrole justifie une intensification de l'exploration) et de la fibre de verre (p. ex. la faiblesse des taux d'intérêt stimule l'industrie de la construction résidentielle, notamment).

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 2003, ce sont l'industrie sidérurgique et les producteurs de fibre de verre (tableau 2) qui ont importé le plus de sable siliceux au Canada, soit 739 265 t au total. Les importations de sable siliceux de l'industrie sidérurgique ont augmenté de 187,5 % de 2001 à 2002 et auraient progressé de 44,7 % de 2002 à 2003, selon des données provisoires. La demande de sable de fonderie fluctue surtout en fonction de la production d'automobiles et de camionnettes, si bien qu'elle augmente depuis quelques années en raison de la faiblesse des taux d'intérêt et des offres spéciales des concessionnaires visant à encourager les consommateurs à remplacer leurs véhicules usagés. Dans l'ensemble, l'utilisation de la silice dans l'industrie

de la fusion a fléchi de 11,0 % en 2002, ce qui laisse supposer qu'en dépit d'une baisse de la demande, les utilisateurs canadiens préfèrent importer leur silice des États-Unis, car les gisements dont elle est issue reposent à proximité du Canada.

Des données provisoires indiquent que les exportations canadiennes (tableau 1) de silice se sont élevées à 354 685 t en 2003, ce qui représente une montée de 29,8 % comparativement à 2002, et que leur valeur s'est chiffrée à 12,0 M\$, soit une hausse de 4,9 % par rapport à 2002 (11,4 M\$). Cette importante augmentation des exportations canadiennes de silice est principalement due aux exportations de quartz, de sable siliceux et de sable quartzeux. En 2003, 94,5 % (335 332 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 d'alumine et de récipients en résine vierge de poly(éthylène téréphtalate) [PET] 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

Shabogamo Mining and Exploration Co. Ltd. a débuté, en octobre 1999, l'exploitation de son 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 (au Québec). Shabogamo approvisionne en quartzite la société québécoise Silicium Bécancour inc., qui l'utilise pour fabriquer du silicium métal. En 2003, les expéditions de la société devraient se chiffrer à environ 1,8 M\$. L'exploitation compte de 15 à 20 employés saisonniers.

### Île-du-Prince-Édouard

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

### Nouvelle-Écosse

Shaw Resources – membre de 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 silice. 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. On estime la production de Shaw Resources à 59 682 t.

Black Bull Resources Inc., dont le siège social se trouve en Colombie-Britannique, a obtenu du Département of Natural Resources de la Nouvelle-Écosse les autorisations réglementaires nécessaires pour entreprendre 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

Shaw Resources, Chaleur Silica – une division de 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 non loin, et fournit de la silice à des producteurs de ciment. La société 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 %), à 22 km au sud-ouest de Sussex, près du lac Cassidy. Les galets de quartz servent à produire du silicium métal et de la pierre décorative, et le sable quartzueux, à fabriquer de nombreux produits, comme des agents de sablage au jet, du carbure de silicium, de la grenaille de pépinière, de la poudre de ciment, du verre, du sable de terrain de golf, du fondant métallurgique et du sable filtrant. La majeure partie est utilisée dans l'Est du Canada, mais une certaine proportion est expédiée aux États-Unis.

## Québec

Unimin Canada Ltée – 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 de Unimin Canada Ltée.

Bécancour Chemical Industries 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 la société Sitec Inc. Cette dernière est une coentreprise qui a été fondée par Baskatong Quartz Inc. et par SOQUEM INC., une filiale exclusive de SGF Minéral inc. Sitec 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 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 au 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. Ces 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 Silice 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. Temisca a été vendue à la société Stake Technology Ltd. (StakeTech) de Norval (Ont.), qui a récemment été rebaptisée SunOpta Inc.

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.

## Ontario

Unimin Canada Ltée est également la plus grande société productrice de silice en Ontario, sa capacité totale de production 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 de 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 à l'ouest de Sudbury, près de Dryden, 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 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

La Compagnie Minière et Métallurgique de la Baie d'Hudson Limitée (CMMB) 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. CMMB utilise le sable siliceux comme fondant qui, après sa fusion, réagit avec différentes impuretés présentes dans le minerai de cuivre et de zinc 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 à Winn Bay Sand Limited Partnership, qui est associée 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. On a débuté la phase finale des travaux de construction d'une usine de traitement, dont on prévoyait entreprendre l'exploitation avant la mi-mai. De février à avril 2004, 400 000 t de sable siliceux devraient être stockées, et ce sable 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 (Sask.), 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 et 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. Cette 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 la société 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 Division Mountain Minerals de Highwood Resources Ltd. de Calgary (Alb.), qui est maintenant une filiale exclusive de la Dynatec Corporation, exploite la mine Moberly, dans la région de Golden. Le sable siliceux de première qualité (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 minerai renfermant de la silice et de l'alumine du gisement Buse Lake, 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 notamment compte 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 d'IM Magazine, 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 \$/t. Dans les autres catégories (sable de verrerie, verre de silice, récipients de verre, en usine), les prix fluctuaient entre 15 et 17 £/t, soit entre 37,29 et 42,26 \$/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 \$/t.

Ainsi, sur le marché nord-américain, les prix du sable et du gravier à usage industriel<sup>2</sup> aux États-Unis ont atteint 20,96 \$US/t en 2002, soit une légère augmentation par rapport à la valeur moyenne de 2001 (valeurs rapportées par la Geological Survey des États-Unis dans USGS 2002 Review, pour une valeur moyenne franco à bord à l'usine). La valeur unitaire moyenne du sable siliceux industriel se situait à 21,36 \$US/t et celle du gravier siliceux industriel, à 13,66 \$US/t. Le prix moyen du sable siliceux fluctuait entre 11,67 \$US/t pour le fondant métallurgique et 82,87 \$US/t pour les matériaux de remblayage. Quant au gravier siliceux, les prix variaient entre 10,05 \$US/t pour le fondant non métallurgique et 31,31 \$US/t pour les matériaux filtrants. 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 utilisé comme matière de charge dans le caoutchouc, les peintures et le mastic de vitrier détenait la plus haute valeur unitaire la tonne, soit 82,87 \$US/t; il était suivi du sable siliceux broyé pour le moulage de fonderie et comme liant pour noyaux (82,43 \$US/t), de la silice employée dans les filtres de piscine (77,07 \$US/t), du sable siliceux utilisé pour rendre des puits étanches et en effectuer la cimentation (64,63 \$US/t), de la silice utilisée par les municipalités pour épurer l'eau (41,83 \$US/t), du sable siliceux broyé employé pour la fibre de verre (40,87 \$US/t), du sable siliceux pour la fracturation hydraulique (40,08 \$US/t), puis des abrasifs pour le sciage et le polissage (36,86 \$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 au moins 15 cm, celles de sable siliceux, de 75 microns 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° 4 de CANMET sur la silice).

### Silice en gros morceaux<sup>3</sup>

**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 %; 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 SiO<sub>2</sub> 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 réfractaires aux températures élevées. 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 %. 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 siliceux<sup>3</sup>

**Verre et fibre de verre** : Les sables quartziteux 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 %. Ils ne doivent pas contenir du chrome, du cobalt ou du titane, sinon en concentrations inférieures à 2 ou 3 parties par million (ppm). Il est important que la granulométrie des particules de sable siliceux soit uniforme, et celles-ci doivent généralement mesurer entre 100 et 600 microns et contenir le moins possible de matériaux grossiers et fins.

<sup>2</sup> 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 quartziteux » et comprennent le sable et le gravier à haute teneur en dioxyde de silicium.

<sup>3</sup> La silice, le quartz et les cristaux de quartz d'une grande pureté 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).

**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 %. 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 microns, 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, 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 microns 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 microns et se subdivise en étroites fractions. La granulométrie du sable établie par l'American Foundrymen's Society (AFS) se situe entre 55 et 65 microns; 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  $\text{SiO}_2$ ) 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 très purs. 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 microns.

**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.

Les propriétés de la silice servant à fabriquer des fibres optiques sont généralement les suivantes :

Analyse chimique	Granulométrie	Composition
$\text{SiO}_2$ , au moins 99,98 %	>200 $\mu\text{m}$	40,0 %
Éléments ou oxydes métalliques, de 1,5 à 5 ppm	> 100 à < 200 $\mu\text{m}$	50,0 %
	> 75 à < 100 $\mu\text{m}$	9,0 %
	< 75 $\mu\text{m}$	1,0 %

## Farine de silice

La farine de silice est issue du broyage du quartz, de la quartzite, du grès et du sable en grains d'au plus 75 microns. 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'amiant-ciment et fabriquer des produits en béton durcis 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.

Suite à 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'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 microns mais moins de 850 microns, la réduction secondaire de ce minéral doit être effectuée soigneusement afin d'empêcher l'introduction d'impuretés comme le 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 (p. ex. feldspath et pyrite);
6. une lixiviation acide visant à réduire davantage les minéraux qui contiennent du fer et des carbonates.

## SANTÉ, SÉCURITÉ, RECYCLAGE ET ENVIRONNEMENT

### Santé et sécurité

La silice cristalline est composée de dioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ). La plupart des minéraux extraits d'une exploitation minière contiennent diverses quantités de  $\text{SiO}_2$ . On qualifie de cristallin le  $\text{SiO}_2$  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 (source : Occupational Safety & 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 & Health Administration (voir le site Web anglais suivant : [www.osha.gov/SLTC/silicacrySTALLINE](http://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 (SIMDUT) [voir le site Web suivant : [www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut](http://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 (groisil), dont l'usage croissant entraîne une diminution des proportions de matières vierges nécessaires dans la fritte. Vient ensuite celui 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

En 2002, l'économie du Canada a connu une modeste croissance. La demande de sable de fonderie (source : Geological Survey des États-Unis) varie principalement selon la production d'automobiles et de camionnettes qui, quant à elle, fluctue en fonction de la croissance du PIB. Les ventes de verre devraient osciller d'un marché à l'autre (p. ex. marchés du verre plat et du verre de spécialité). La production de cristaux de quartz devrait demeurer importante à long terme, car on s'attend à ce que la demande d'appareils qui en comportent continue d'augmenter.

Depuis nombre d'années, la demande de verre croît d'environ 3,5 % par an, progression qui s'avère inférieure à celle du PIB (source : Pilkington). 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 augmentera 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 connaîtront une plus faible croissance de la demande.

Le silicium (source : Roskill), 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 cinq prochaines années. Le secteur des produits chimiques contenant du silicium devrait, par ailleurs, faire l'objet de la plus forte croissance 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 30 mai 2004. (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](http://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	États-Unis Canada
		NPF	TPG		
2804.61	Silicium contenant en poids au moins 99,99 % de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2804.69	Silicium, n.m.a.	5 %	3 %	3 %	en franchise
2811.22	Dioxyde de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
2849.20	Carbures de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
7202.21.10	Ferrosilicium contenant en poids plus de 55 % mais moins de 60 % de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	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
7202.21.30	Ferrosilicium contenant en poids 90 % ou plus de silicium	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
7202.29	Ferrosilicium, n.m.a.	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
7202.30	Ferro-silico-manganèse	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise
7202.50	Ferro-silico-chrome	en franchise	en franchise	en franchise	en franchise

Sources : *Tarif des douanes* canadien, en vigueur en janvier 2004, Agence des services frontaliers du Canada, *Harmonized Tariff Schedule of the United States*, 2004.

n.m.a. : non mentionné ailleurs; NPF : nation la plus favorisée; TPG : tarif de préférence général.

**TABLEAU 1. PRODUCTION ET COMMERCE CANADIENS DE SILICE, DE 2001 À 2003**

N° tarifaire	2001		2002		2003	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
<b>PRODUCTION (Expéditions)</b>						
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	565 096	15 436	534 817	16 519	490 000	15 085
Ontario	512 605	11 560	479 016	10 999	492 049	11 608
Manitoba	x	x	x	x	x	x
Alberta	241 548	8 646	221 871	8 444	327 031	9 249
Colombie-Britannique	x	x	x	x	x	x
<b>Total</b>	<b>1 612 628</b>	<b>44 725</b>	<b>1 539 878</b>	<b>45 398</b>	<b>1 586 206</b>	<b>44 315</b>
<b>IMPORTATIONS</b>						
2505.10	Sables siliceux et sables quartzeux					
États-Unis	289 789	46 759	590 859	44 865	818 967	44 430
Australie	446	376	608	509	1 095	964
Allemagne	726	516	1 102	714	2 194	736
Suède	647	329	348	215	523	285
Pays-Bas	392	174	223	127	307	154
Belgique	262	71	2 472	123	6 561	153
Autres pays	2 428	1 347	995	309	1 010	348
<b>Total</b>	<b>294 690</b>	<b>49 572</b>	<b>596 607</b>	<b>46 862</b>	<b>830 657</b>	<b>47 070</b>
2506.10	Quartz (autres que les sables naturels)					
États-Unis	16 512	755	8 535	437	6 727	364
Brésil	4 514	251	2 306	134	2 094	99
Espagne	–	–	4	–	1 285	50
Autres pays	2 531	146	2 493	134	629	40
<b>Total</b>	<b>23 557</b>	<b>1 152</b>	<b>13 338</b>	<b>705</b>	<b>10 735</b>	<b>553</b>
2506.21	Quartzites brutes ou dégrossies					
États-Unis	1 302	253	1 781	354	1 633	281
Brésil	20	4	44	7	82	19
Autres pays	11	...	32	5	245	12
<b>Total</b>	<b>1 333</b>	<b>257</b>	<b>1 857</b>	<b>366</b>	<b>1 960</b>	<b>312</b>
2506.29	Quartzite n.m.a.					
États-Unis	1 323	84	1 086	91	2 363	174
Japon	1 648	112	1 266	106	759	44
Brésil	922	55	741	48	948	43
Royaume-Uni	55	4	26	2	422	28
Autres pays	438	16	338	25	719	46
<b>Total</b>	<b>4 386</b>	<b>271</b>	<b>3 457</b>	<b>272</b>	<b>5 211</b>	<b>335</b>
2811.22	Dioxyde de silicium					
États-Unis	21 409	40 824	22 202	47 640	23 368	44 607
Allemagne	1 621	7 514	1 080	6 466	1 357	7 608
China	678	2 065	1 115	2 580	1 141	2 634
Royaume-Uni	88	331	50	197	197	1 525
Japon	318	1 103	182	985	271	1 183
Suisse	59	481	107	736	87	774
Norvège	235	111	728	283	82	116
Autres pays	2 796	4 455	1 103	1 792	131	363
<b>Total</b>	<b>27 204</b>	<b>56 884</b>	<b>26 567</b>	<b>60 679</b>	<b>26 634</b>	<b>58 810</b>
<b>Importations totales</b>	<b>351 170</b>	<b>108 136</b>	<b>641 826</b>	<b>108 884</b>	<b>875 197</b>	<b>107 080</b>

TABLEAU 1 (suite)

N° tarifaire		2001		2002		2003	
		(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
<b>EXPORTATIONS</b>							
2505.10	Sables silicieux et sable quartzeux						
	États-Unis	350 095	5 620	239 113	7 528	311 845	6 850
	Australie	–	–	200	41	1 883	737
	Norvège	19 006	666	18 562	707	9 631	381
	Corée du Sud	–	–	–	–	1 626	107
	Autre pays	26 487	261	6 277	93	2 412	330
	<b>Total</b>	<b>395 588</b>	<b>6 547</b>	<b>264 152</b>	<b>8 369</b>	<b>327 397</b>	<b>8 405</b>
2506.10	Quartz (autres que les sables naturels)						
	États-Unis	4 974	1 881	4 889	1 201	21 493	875
	Bulgarie	2 142	136	153	55	720	111
	Nouvelle-Zélande	–	–	–	–	740	48
	Autres pays	241	28	270	34	106	7
	<b>Total</b>	<b>7 357</b>	<b>2 045</b>	<b>5 312</b>	<b>1 290</b>	<b>23 059</b>	<b>1 041</b>
2506.21	Quartzites brutes ou dégrossies						
	États-Unis	845	323	1 131	390	1 606	578
	Norvège	11 294	565	–	–	–	–
	<b>Total</b>	<b>12 139</b>	<b>888</b>	<b>1 131</b>	<b>390</b>	<b>1 606</b>	<b>578</b>
2506.29	Quartzite n.m.a.						
	Cuba	93	9	135	13	343	34
	États-Unis	–	–	75	27	97	20
	<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>9</b>	<b>210</b>	<b>40</b>	<b>440</b>	<b>54</b>
2811.22	Dioxyde de silicium						
	États-Unis	159	714	274	1 081	289	1 514
	Taiwan	–	–	–	–	145	89
	Swaziland	–	–	–	–	441	83
	Suisse	–	–	25	2	500	79
	Autres pays	289	485	2 201	235	808	123
	<b>Total</b>	<b>448</b>	<b>1 199</b>	<b>2 500</b>	<b>1 318</b>	<b>2 183</b>	<b>1 888</b>
	<b>Exportations totales</b>	<b>415 625</b>	<b>10 688</b>	<b>273 305</b>	<b>11 407</b>	<b>354 685</b>	<b>11 966</b>

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

– : néant; . . . : quantité minime; n.m.a. : non mentionné ailleurs; x : confidentiel.

(1) Comprend le sable utilisé dans les fonderies et les usines de verre, le sable broyé et en poudre, la poussière de charbon volatile et de silice.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

**TABLEAU 2. IMPORTATIONS CANADIENNES DE SABLE SILICEUX PAR PROVINCE ET PAR UTILISATION FINALE, DE 2001 À 2003**

	2001		2002		2003 (dpr)	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
<b>FONDERIE</b>						
Nouvelle-Écosse	—	—	—	—	91	1
Nouveau-Brunswick	461	20	989	21	2 509	37
Québec	20 671	875	34 421	992	39 709	808
Ontario	95 332	8 654	353 168	9 937	596 193	9 141
Manitoba	22 200	882	45 931	1 196	53 026	809
Saskatchewan	116	30	3 638	93	2 035	49
Alberta	26 316	1 303	30 517	792	8 869	143
Colombie-Britannique	4 381	320	18 530	481	2 306	37
<b>Total</b>	<b>169 477</b>	<b>12 085</b>	<b>487 194</b>	<b>13 513</b>	<b>704 738</b>	<b>11 026</b>
<b>FABRICATION DU VERRE</b>						
Nouvelle-Écosse	114	72	164	98	233	92
Nouveau-Brunswick	12	2	—	—	—	—
Québec	213	73	106	58	1 616	573
Ontario	38 460	1 950	23 416	2 050	32 593	1 223
Manitoba	24	1	132	7	37	23
Alberta	857	47	125	9	13	6
Colombie-Britannique	77	45	155	50	35	19
<b>Total</b>	<b>39 757</b>	<b>2 191</b>	<b>24 098</b>	<b>2 272</b>	<b>34 527</b>	<b>1 935</b>

Source : Statistique Canada.

— : néant; (dpr) : données provisoires.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

**TABLEAU 3. QUANTITÉ SIGNALÉE (1) DE SILICE UTILISÉE AU CANADA, PAR INDUSTRIE, DE 2000 À 2002**

	2000	2001	2002 (dpr)
	(tonnes)		
Fusion et affinage de métaux non ferreux	889 034	989 863	953 064
Verre primaire et contenants en verre, et laine de fibre de verre	555 319	515 207	517 495
Fonderie	312 400	290 806	258 768
Produits chimiques	98 649	75 800	82 185
Autres produits (2)	1 015 066	(r) 713 993	790 902
<b>Total</b>	<b>2 870 468</b>	<b>(r) 2 585 669</b>	<b>2 602 414</b>

Source : Ressources naturelles Canada.

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

(1) Données disponibles, selon les utilisateurs. (2) Comprend les abrasifs, les produits d'amiante, les produits de feutre-toiture bitumineux, le ciment, les produits céramiques et les matériaux de construction à base d'argile, les nettoyants, 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 2000 À 2002**

	2000	2001	2002 (dpr)
	(tonnes)		
Sable siliceux	1 733 853	(r) 1 636 017	1 711 313
Silice en gros morceaux	1 028 753	838 544	836 590
Farine de silice	107 862	(r) 111 108	54 511
<b>Total</b>	<b>2 870 468</b>	<b>(r) 2 585 669</b>	<b>2 602 414</b>

Source : Ressource naturelles Canada.

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

(1) Données disponibles, selon les utilisateurs.