

Sel

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*

QUELQUES FAITS HISTORIQUES

Le mot « sel » provient du terme grec *halos*. Le sel est couramment désigné par son nom chimique, le chlorure de sodium (NaCl).

Le sel a beaucoup influencé l'histoire de l'homme. On a déclaré des guerres et combattu pour s'emparer de gisements de sel. On achetait des esclaves avec le sel qui valait, à certaines époques, deux fois plus que l'or. La santé des militaires et des civils dépendait du sel, dont on se servait aussi pour conserver la viande et pour le tannage. Ce minerai est devenu l'un des premiers produits à faire l'objet du commerce dans le monde.

Le sel fait tellement partie intégrante de notre quotidien que nous oublions que c'est une ressource naturelle qui doit être découverte, récupérée par ébullition ou évaporation ou extraite d'une mine, puis traitée pour être ensuite mise en marché et consommée. L'être humain, qui contient environ quatre onces de sel, ne doit pas en manquer, faute de quoi ses muscles refuseront de se contracter, son sang de circuler, son système digestif de fonctionner et son cœur de battre. C'est également le cas du bétail, dont le régime doit comprendre du sel.

Les marchés du sel dans les régions développées du monde, comme l'Amérique du Nord et l'Europe de l'Ouest, sont bien établis et croissent à un rythme légèrement inférieur à celui de l'économie mondiale. Les principaux marchés se trouvent en Amérique du Nord, en Asie, au Moyen-Orient et en Europe de l'Ouest. La consommation mondiale de sel augmente, principalement en raison de la demande croissante dans les pays du Sud-Est de l'Asie et dans d'autres pays en développement.

Selon les renseignements signalés et estimés de la Geological Survey des États-Unis, le sel bénéficie de perspectives favorables en 2004, puisque la production mondiale devrait atteindre 215 Mt (selon les prévisions), soit un peu moins que les 217 Mt produites en 2001. En 2002, la production mondiale estimée a régressé à 210 Mt. La consommation du sel pour utilisations chimiques, en particulier pour la fabrication de chlore et de soude caustique (hydroxyde de sodium) comme coproduit, peut fluctuer en fonction de leur demande respective. La demande d'agents de blanchiment à base de chlore a diminué alors que celle des composés de blanchiment oxygénés a augmenté. La plupart des autres utilisations du sel (la transformation des aliments, le traitement de l'eau et les usages industriels) suivent habituellement les tendances démographiques. Bien que le sel de déglacage ne soit pas considérablement touché par les événements économiques, la quantité de sel utilisé chaque année pour le déglacage des routes est liée directement aux conditions météorologiques hivernales.

RÉSUMÉ DES FAITS AU CANADA

Le Canada tout comme bon nombre d'autres pays extrait, traite, consomme, exporte et importe le sel. Le territoire canadien est vaste et renferme de nombreux gisements connus et un certain nombre ne sont pas encore découverts. Quelques régions seulement sont exploitées par un petit groupe de sociétés qui sont d'importants piliers de l'industrie. Le sel est utilisé principalement pour le déglacage et dans des utilisations chimiques et domestiques (sel gemme, sel de qualité alimentaire, aliments du bétail).

Les plus gros gisements de sel du Canada sont situés en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick, au Québec, en Ontario, au Manitoba, en Saskatchewan et en Alberta. Bon nombre de gisements de sel ont été découverts en effectuant des travaux d'exploration ciblant le pétrole et le gaz naturel ainsi que la potasse. Dans l'Île-du-Prince-Édouard, un gisement de sel gemme de taille indéterminée a été traversé à une profondeur de plus de 4200 m sous la baie Hillsborough, sur le côté méridional de l'île. Des puits de saumure, généralement indicateurs de la présence de gisements de sel, ont été trouvés dans deux autres provinces, soit à Terre-Neuve-et-Labrador et en Colombie-Britannique. Les exploitants utilisent deux méthodes

principales d'extraction dans la plupart des provinces, à savoir l'exploitation souterraine par chambres et piliers et l'extraction par voie de dissolution.

Le sel est beaucoup consommé au Canada; son utilisation annuelle a déjà été estimée à plus de 360 kg par habitant (des données statistiques sur la consommation du sel étaient disponibles jusqu'en 1987). Cette valeur élevée est attribuable aux hivers rigoureux que connaissent nombre de provinces canadiennes et à l'utilisation des sels de voirie pour améliorer les conditions de conduite hivernales.

Le Canada est le cinquième plus grand producteur de sel (tableau 3). Selon des données provisoires, les expéditions canadiennes de sel se sont chiffrées à 423,9 millions de dollars (M\$) [13,4 Mt] en 2003, ce qui représente une augmentation de 4,3 M\$ par rapport aux 12,7 Mt expédiées en 2002. Les données de 2003 tiennent compte du niveau de production qui varie d'une année à l'autre en fonction des conditions hivernales. Les exportations ont atteint 125,3 M\$ (4,2 Mt), ce qui correspond à une hausse de 28,7 M\$ comparativement aux 3,7 Mt exportées en 2002, alors que les importations se sont situées à 43,3 M\$ (près de 1,0 Mt), soit une baisse de près de 8,0 M\$ par rapport aux 1,4 Mt importées l'année précédente.

Bien que les prix du sel ne soient pas connus au Canada, d'autres sources citées dans la section « Prix » ci-après donnent des indications par type et par emballage.

L'utilisation du sel pour le déglacement des routes constitue un problème environnemental au Canada. En avril 2004, Environnement Canada a publié un *Code de pratique pour la gestion environnementale de sels de voirie*. Ce code s'applique à tout organisme utilisant plus de 500 t/a de sels de voirie.

COMMERCE

Le sel est très répandu et peu coûteux à produire en vrac. Il est relativement facile à extraire et son transport représente une grande partie de son prix franco domicile (le facteur économique explique, en partie, pourquoi les importations et les exportations des États-Unis et du Canada se font vers des destinations particulières). Par conséquent, la valeur du commerce international du sel est grandement inférieure à celle de sa production mondiale.

Des données provisoires (tableau 1) indiquent qu'en 2003, le Canada a exporté 4,2 Mt de sel (d'une valeur de 125,3 M\$) dont 99,8 % ont été expédiées aux États-Unis (pour une valeur de 124,6 M\$). Les exportations vers ce pays voisin ont bénéficié d'une légère amélioration de 0,52 Mt par rapport à 2002, mais elles n'ont pas atteint les 4,6 Mt exportées vers ce pays en 2001. D'après la Geological Survey des États-Unis, l'exportation de 3,7 Mt vers les États-Unis en 2002 représentait sa plus grande source

d'importations, soit environ 45 % de la totalité de ses importations.

Le Canada importe également du sel. Selon des données provisoires, le Canada a importé 1,0 Mt en 2003 (d'une valeur de 43,3 M\$), dont 63,3 % en provenance des États-Unis, 24,2 % du Mexique et 7,8 % du Chili [tableau 1]. Les données de 2002 sur ces trois pays indiquent que de la quantité de 1,4 Mt de sel importée au Canada, 46,6 % provenait des États-Unis, 31,7 % du Mexique et 17,9 % du Chili, ce qui révèle une différence marquée par rapport aux autres années. En 2001, les données indiquaient que de la quantité de 1,6 Mt importée au Canada, 68,8 % provenait des États-Unis, 17,8 % du Mexique et 7,9 % du Chili. Cette baisse des importations en 2003 par rapport à 2002 représente une régression de 4,0 % pour les États-Unis, de 46,0 % pour le Mexique et de 69,0 % pour le Chili.

Enfin, les importations de sel du Canada (0,6 Mt en 2002) en provenance des États-Unis comptaient pour près de 77 % de la totalité des exportations de sel de ce pays, d'après la Geological Survey des États-Unis.

CONSOMMATION

Seul un tout petit pourcentage des millions de tonnes de sel sec produites annuellement en Amérique du Nord aboutit sur nos tables, soit dans les aliments transformés, les mets préparés et la salière.

Au Canada, la consommation du sel par habitant est la plus élevée au monde, ce qui est principalement attribuable à l'hiver, au cours duquel il sert surtout d'agent de déglacement en Ontario, au Québec et dans les provinces de l'Atlantique. D'après l'Institut canadien du sel, la consommation nationale apparente se répartit comme suit : entre 90 et 95 % du sel est utilisé pour fabriquer des produits chimiques et des agents de déglacement, tandis que les 5 à 10 % restants servent à traiter l'eau, à transformer les aliments et à conserver les produits de la pêche, ainsi qu'à divers usages industriels.

La plus grande partie du sel (environ 70 %) produit sous forme de saumure et de sel sec est utilisée par l'industrie des produits chimiques. Le sel joue un rôle de premier ou de second plan dans la fabrication d'une très vaste gamme de produits chimiques et de produits dérivés. Par exemple, le sel entre dans la production du chlore et du carbonate de sodium anhydre qui, à leur tour, servent au traitement ou à la fabrication d'un large éventail de produits finis, comme la rayonne, le polyester et d'autres produits synthétiques, les plastics (explosifs), les engrais, le verre et les cosmétiques.

À l'échelle mondiale, 60 % du sel sert de matière première (produits chimiques), 20 %, de sel de table, 10 %, d'agent de déglacement et 10 %, d'ingrédients dans la nourriture

pour animaux et d'agent de traitement de l'eau. Cette répartition n'est toutefois pas la même en Amérique du Nord.

Les États-Unis publient des données sur l'utilisation du sel qui peuvent servir à évaluer, jusqu'à un certain point, la consommation nord-américaine du sel canadien. D'après la Geological Survey des États-Unis, l'utilisation finale du sel au pays se répartissait comme suit en 2002 : produits chimiques – 45 %, déglçage – 31 %, fournisseurs (épiceries et autres grossistes et détaillants) – 8 %, usages industriels en général – 6 %, produits à base agricole – 4 %, transformation des aliments – 3 %, traitement primaire de l'eau – 2 %, et autres usages – moins de 1 %.

Le Salt Institute des États-Unis présente les nombreux usages du sel. Son site Web se trouve à l'adresse [www.saltinstitute.org/16.html].

D'après Ressources naturelles Canada, le secteur des produits chimiques industriels utilise du sel pour produire des composés issus de son électrolyse, comme la soude caustique (hydroxyde de sodium), le chlore et le chlorate de sodium. Au Canada, les installations de soude caustique et de chlore tirent leur sel de l'extraction de saumures sur place et de saumures naturelles; d'autres installations emploient du sel gemme extrait des mines, du sel marin importé ou du sel raffiné. Parmi les autres produits chimiques industriels dont la fabrication exige des quantités appréciables de sel, mentionnons le bicarbonate de soude, le chlorite de sodium, l'hypochlorite de sodium, le carbonate de sodium anhydre et le chlorure de calcium.

Au Canada, la plupart des usines de traitement de pâtes et papiers ont considérablement modifié leurs procédés et ont perfectionné leurs méthodes de traitement des effluents. Plusieurs ont choisi de réduire les quantités de chlore utilisées en adoptant d'autres procédés de blanchiment, comme la lignification prolongée, la délignification à l'oxygène, le blanchiment au chlorate de sodium, un procédé intégré au dioxyde de chlore avec recyclage de l'acide chlorhydrique et les procédés de blanchiment à l'ozone et au peroxyde d'hydrogène. Bien que les écologistes considèrent que ces mesures sont acceptables, ils préféreraient encore que l'industrie des pâtes et papiers adopte des produits de blanchiment exempts de dioxines, comme l'oxygène et le peroxyde d'hydrogène.

Le chlorure de sodium demeure le principal agent de déglçage. Selon les exigences propres au site, différents agents de déglçage sont employés. Le chlorure de calcium vient au deuxième rang des agents de déglçage les plus utilisés. Ce produit chimique est efficace à des températures variant entre -10 et -20 °C; il est habituellement mélangé à du sel dans une proportion de 2 à 4 %. Les inquiétudes croissantes que suscitent la pollution de l'environnement et la corrosion des infrastructures, comme les tabliers de ponts et les aires de stationnement, ont conduit

à l'exécution de nombreuses expériences dans le domaine des produits de remplacement du sel comme agent de déglçage.

PRODUCTION

Le Canada contient d'abondantes réserves de sel. Trois importantes formations de sel ont été mises en évidence sur le grand territoire canadien. Ces formations sont toutes vastes, volumineuses et situées à des endroits où il est économiquement rentable de les exploiter. L'Ouest canadien compte les plus gros gisements, alors que l'Ontario et les provinces de l'Atlantique renferment des gisements moins importants.

Les couches de sel dans l'Ouest du pays s'étendent des Territoires du Nord-Ouest jusqu'au Manitoba, en passant par l'Alberta et la Saskatchewan. Cette immense formation mesure en moyenne 122 m (400 pi) d'épaisseur, couvre environ 390 000 km² (150 000 mi²) et renferme plus de mille milliards de tonnes de sel.

Les gisements de sel de l'Ontario sont situés sur les rives des lacs Huron et Érié. Cette formation en forme de soucoupe fait partie du bassin du Michigan, qui gît sous une partie du Michigan et de l'Ohio, ainsi que sous les lacs Huron et Érié.

Dans les provinces de l'Atlantique, on a découvert d'épais gisements de sel au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse, dans une partie de Terre-Neuve-et-Labrador, et même sous le golfe du Saint-Laurent. Ces gisements, qui se trouvent dans diverses régions géologiques, constituent les vestiges d'anciennes mers intérieures. Les rivages de ces anciennes mers délimitent les couches de sel ainsi que les abondants gisements de pétrole, de gaz naturel et de charbon qui ont été découverts dans cette partie du Canada.

Les principaux gisements de sel d'Amérique du Nord et la production de sel sec du continent sont affichés sur le site Web, à l'adresse [www.saltinstitute.org/images/map.pdf].

D'après la Geological Survey des États-Unis et selon le tableau 3, les huit plus grands producteurs de sel au monde comptaient pour 67,2 % de la production totale en 2002, soit 210 Mt. Ces pays étaient, en ordre décroissant de production, les États-Unis (40,3 Mt), la Chine (32,8 Mt), l'Allemagne (15,7 Mt), l'Inde (14,5 Mt), le Canada (12,3 Mt), l'Australie (9,9 Mt), le Mexique (8,5 Mt) et la France (7,0 Mt). En Amérique du Nord, quelque 52,6 Mt de sel ont été produites en 2002, dont 75,8 % aux États-Unis et 24,2 % au Canada. Les États-Unis étaient les plus importants producteurs de sel au monde, leur production représentant environ 19,2 % de la production mondiale. Le Canada a contribué à 5,9 % de la production mondiale bien que la plus grande mine souterraine de sel d'Amérique du Nord se trouve à Goderich (Ont.).

Les données provisoires de 2003 (tableau 2) révèlent que les expéditions canadiennes ont augmenté pour s'établir à 13,4 Mt, dont 85,3 % de sel extrait des mines, 6,8 % de sel fin traité sous vide et 7,9 % étant de la saumure et du sel récupéré de la fabrication de produits chimiques. Le tableau 2 indique que les expéditions, par les producteurs, de sel extrait des mines ont fluctué depuis 1999; celles de sel fin traité sous vide se sont accrues alors que celles de saumure et de sel récupéré de la fabrication des produits chimiques ont diminué.

Selon des données provisoires, la production de l'industrie canadienne de sel se serait élevée à 13,4 Mt en 2003. Les principales mines de sel gemme du Canada se trouvent en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, et les plus importantes raffineries de sel sous vide sont situées en Alberta, en Saskatchewan, en Ontario, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Près des trois quarts de la production se compose de sel gemme qui sert surtout à déglacer les routes.

Selon des données provisoires, la valeur des expéditions de sel en provenance du Canada s'est élevée à 423,9 M\$ (pour les 13,4 Mt expédiées) en 2003, ce qui représente une hausse de 4,3 M\$ par rapport aux 12,7 Mt expédiées l'année précédente. Cette valeur témoigne de la hausse de production cyclique qui survient chaque année au pays pendant la saison hivernale.

On emploie surtout deux techniques pour extraire le sel des très anciens gisements du Canada. La première est la méthode dite d'exploitation par chambres et piliers, et la seconde consiste à extraire le sel par voie de dissolution. On récupère également du sel comme coproduit de l'extraction de la potasse. Les principaux producteurs canadiens sont présentés dans le tableau 4.

En Nouvelle-Écosse, La Société canadienne de Sel, Limitée exploite une mine souterraine de sel gemme à Pugwash, dans le comté de Cumberland. La majeure partie du sel extrait de cette mine sert d'agent de déneigement et de déglçage. Cette société est également propriétaire d'une raffinerie comportant un bassin sous vide à effet quadruple qui reçoit de la saumure saturée et la transforme par évaporation en cristaux de sel d'une grande pureté. Ces cristaux sont utilisés par des fabricants de produits chimiques et alimentaires.

Sifto Canada Inc. – une filiale du Compass Minerals Group Inc. – exploite une usine d'extraction de saumure à Amherst (N.-É.). Le procédé de recompression de la vapeur qui y est employé permet de produire un sel d'une pureté inégalée en Amérique du Nord. Le sel raffiné provenant de cette usine est utilisé comme sel de table et agent de traitement de l'eau, ainsi que dans l'industrie des pêches. Il s'agit d'une des usines d'extraction par recompression de la vapeur les plus nouvelles et les plus modernes du continent.

Au Nouveau-Brunswick, la Division New Brunswick de la Potash Corporation of Saskatchewan Inc. extrait de la potasse et du sel d'une mine souterraine située près de Sussex. La société vend la plus grande partie de son sel aux États-Unis et dans l'Est canadien. La saumure excédentaire acheminée jusqu'à la surface par des pompes, la saumure provenant des boues argileuses extraites et la saumure produite par l'usine de traitement sont réutilisées comme remblai sous terre pour remplir les cavités créées par l'extraction du sel gemme. Ce processus est accompli par le déversage de la saumure dans les cavités au moyen de conduites souterraines.

Au Québec, Mines Seleine – une filiale de La Société canadienne de Sel, Limitée – est la seule compagnie à produire du sel. Celle-ci exploite des installations dans les Îles-de-la-Madeleine, dans le golfe Saint-Laurent. Elle produit du sel comme agent de déglçage pour les marchés du Québec et de l'Est des États-Unis.

Junex – une société d'exploration pétrolière et gazière – a découvert une zone de saumure naturelle en forant à Bécancour pour y découvrir du gaz naturel. En 2001, Junex a fondé Junex Solnat, qui exploite ces deux puits et en vend la saumure naturelle comme agent de déglçage et de dépoussiérage (c'est-à-dire un supprimeur).

En Ontario, Sifto Canada Inc. exploite une mine souterraine de sel gemme dans le port de Goderich, sur les rives du lac Huron. Elle produit également de la saumure dans une raffinerie de sel située sur l'escarpement de la rivière Maitland. Sifto produit du sel destiné aux adoucisseurs d'eau pour les particuliers, des agents de déglçage emballés, des sels destinés à l'agriculture ou à la transformation des aliments, du sel de table et des sels industriels.

La Société canadienne de Sel, Limitée, dont le siège social est situé à Pointe-Claire (Qc), est beaucoup moins connue que sa populaire marque nominale « Windsor ». Cette société exploite la mine souterraine de sel gemme Ojibway ainsi qu'une usine de sel raffiné sous vide extrait de puits de saumure, près de Windsor. Elle vend notamment du sel fin chimique ainsi que des sels destinés au déglçage, à l'adoucissement de l'eau et à l'agriculture.

En Saskatchewan, Sifto Canada Inc. exploite des installations d'extraction par voie de solution près de Unity. On y produit une certaine quantité de sel utilisé localement comme agent de déglçage, ainsi que du sel fin raffiné sous vide destiné à l'adoucissement de l'eau, à l'agriculture et à la transformation des aliments.

La Société canadienne de Sel, Limitée produit du sel raffiné à Belle-Plaine, à partir des saumures qui sont dérivées des solutions provenant d'une mine de potasse adjacente exploitée par IMC Canada Ltd. – une filiale de IMC Global Inc. La majeure partie du sel raffiné est destinée au secteur de l'adoucissement de l'eau; une autre partie est

utilisée dans les secteurs de l'agriculture, de la transformation des aliments et du déglacage.

NSC Minerals Inc., dont le siège social se trouve à Saskatoon, est le principal fournisseur de produits minéraux industriels qui se spécialise dans les cristaux de sel gemme. La société fabrique des produits à base de sel fin et de sel grossier dérivés de résidus de potasse. Elle possède deux usines d'exploitation modernes à Rocanville et à Vanscoy (Sask.) dont la capacité de production excède les 6000 t/j. L'usine de Rocanville est située dans le Sud-Est de la Saskatchewan, près de la frontière manitobaine, et l'usine de Vanscoy est installée dans le centre de la province, à environ 20 mi au sud-ouest de Saskatoon. Les produits sont utilisés dans diverses applications comme agent de déglacage des routes, aliments complémentaires du bétail, adoucisseur d'eau, dans les programmes de stabilisation des routes, pour le salage des peaux, ainsi que dans les boues de forage et des applications industrielles.

En Alberta, La Société canadienne de Sel, Limitée, située à Lindberg, produit un sel fin raffiné sous vide qui est destiné à l'adoucissement de l'eau, à l'agriculture et à la transformation des aliments et qui est utilisé localement comme agent de déglacage.

Les sociétés suivantes sont également productrices de sel (principalement de la saumure) :

- En Saskatchewan, IMC Esterhazy Canada Limited Partnership [autrefois appelée International Minerals & Chemical Corporation (Canada) Global Limited] approvisionne Kayway Salt en sel gemme dérivé de son exploitation de potasse à Esterhazy. Kayway Salt vend le sel gemme sur le marché local comme agent de déglacage. Saskatoon Chemicals ou « SaskChem » – une division de Sterling Chemicals Holdings, Inc. – extrait des saumures de puits situés près de Saskatoon afin de produire de la soude caustique, du chlore et du chlorate de sodium destinés à ses installations de pâtes chimiques.
- En Alberta, plus précisément à Fort Saskatchewan, près d'Edmonton, Dow Chemical Canada Inc. extrait des saumures destinées aux usines de chlore et de soude caustique. Deux sociétés exploitent des mines d'extraction par dissolution près de Bruderheim : Nexen Inc., qui était autrefois appelée Canadian Occidental Petroleum Ltd. ou Canadian OXY Ltd. et Albchem Industries Ltd., qui exploite une usine au-dessus du vaste gisement Upper Lotsberg, dont le sel est très pur. Le sel sert à produire du chlorate de sodium qui est principalement destiné à des installations de blanchiment des pâtes, lesquelles se trouvent dans les provinces des Prairies et dans l'Ouest du Canada.

MÉTHODES DE RÉCUPÉRATION

Le type de sel produit dépend de la géologie, de la géographie et du climat. Les principaux gisements de sel gemme se trouvent dans le centre et l'Est de l'Amérique du Nord, en Europe et dans de vastes régions du Moyen-Orient. Le sel marin constitue le gros de la production de sel en Australie, au Mexique, au Chili, dans l'Ouest des États-Unis, en Chine, en Inde et au Brésil, dans les régions où le climat est favorable.

Exploitation du sel gemme

Le sel gemme est exploité par la méthode de chambres et piliers semblable à celle utilisée dans les mines de charbon et de trona. La largeur des piliers est déterminée par le pourcentage d'extraction admissible à diverses profondeurs et largeurs de chambres. La plupart des exploitations par chambres et piliers récupèrent près de 45 à 65 % des ressources, les ressources restantes servent de piliers qui supportent la structure de la mine. Le sel est foré, découpé, abattu, déblayé, concassé et transporté à la surface pour être traité, ce qui comprend l'élimination des impuretés et le passage au tamis afin d'obtenir des fractions granulométriques plus fines. L'exploitation des gisements stratifiés comporte généralement des galeries de roulage avec boulonnage du toit et des aires d'exploitation permanentes.

Les méthodes d'exploitation souterraine de la halite en couches (appelée communément sel gemme) et des dômes de sel sont semblables sauf dans les mines où la hauteur des deux types d'exploitation sont différentes. Par exemple, les formations stratifiées sont généralement importantes latéralement mais non verticalement, alors que les dômes de sel sont limités latéralement mais très étendus verticalement. La profondeur de bon nombre de dômes de sel est supérieure à 6100 m (20 000 pi), mais de nombreux dômes affleurent également à la surface. La plupart des exploitations de sel de la côte du golfe du Mexique sont généralement à moins de 300 m (1000 pi) de profondeur. L'exploitation s'avère difficile à des profondeurs plus importantes en raison des températures élevées et de la plus grande densité des roches.

Les dômes de sel sont donc des masses cylindriques qui ont été poussées verticalement à travers des couches sus-jacentes de sédiments par pression statique, à partir de gisements de sel gemme enfouis. Les dômes de sel ont été traversés par des forages d'exploration pétroliers en Allemagne, en Russie, en Roumanie; dans la région du Golfe persique et dans la côte états-unienne du golfe du Mexique où plusieurs centaines de dômes de sel ont été mis en évidence. Au Canada, il semblerait que des dômes de sel se seraient formés dans quelques îles de l'Arctique.

Par comparaison avec les méthodes d'extraction par dissolution ou par évaporation, l'exploitation du sel gemme

présente les avantages suivants : coût de production généralement plus faible, obtention d'une plus grande gamme de taille de grains, et taux de production plus élevé. Les grains produits vont de -16 mm à -3 mm. Le principal désavantage est la pureté du sel produit qui varie de 95 à 98 % de NaCl.

Exploitation par dissolution

Dans les gisements de sel profonds, des trous sont forés, un puits d'injection est foncé et de l'eau douce sous pression est introduite afin de fracturer hydrauliquement les couches de sel. Lorsque la communication est établie avec le puits de production, la saumure est pompée jusqu'à la surface pour subir un traitement. L'exploitation par dissolution peut également se faire en utilisant l'injection annulaire afin d'introduire le solvant au fond du tube. Une simulation par ordinateur de la cavité est conservée et l'huile est ajoutée, au besoin, afin de maintenir l'épaisseur d'huile voulue au sommet de la cavité. À tous les deux ans, un enregistrement sonar est effectué afin de vérifier la taille de la cavité et de corriger toutes divergences avec le modèle simulé. Le contrôle de la qualité de l'eau injectée dans le puits et de la zone saumurée permet d'obtenir une saumure d'une très grande pureté.

L'exploitation par dissolution est utilisée pour obtenir une charge d'alimentation de chlorure de sodium pour la production de sel raffiné sous vide et pour la fabrication de chlorure, de soude caustique et de carbonate de sodium anhydre synthétique. La quantité de sel souterrain dissoute et récupérée sous forme de saumure afin de produire du sel raffiné sous vide n'est pas en général publiée. Seule la quantité de sel raffiné sous vide produite est signalée comme une production de sel primaire. La quantité de saumure utilisée pour la fabrication de chlore et de soude caustique et de dérivés est signalée comme quantité de saumure captive utilisée ou de saumure vendue. L'industrie chimique est la plus grosse consommatrice de saumure au monde.

Traitement du sel gemme

Le concassage et le tamisage pour obtenir la taille appropriée sont en général les seuls traitements que subissent les sels de voirie. Dans de nombreuses exploitations, ces étapes sont effectuées sous terre afin de minimiser les coûts de roulage et d'entreposage. En outre, la fraction extrêmement fine qui est souvent inutilisable et qui représenterait des déchets si elle était transportée à la surface, est laissée sous terre.

Il y a toutefois une exception qui touche la trieuse de couleur et le procédé thermodhésif utilisés afin d'améliorer la teneur moyenne en chlorure de sodium des produits des couches de sel gemme, pour la faire passer de 97 % à plus de 99,0 %. La trieuse de couleur est subordonnée à la translucidité du sel et à un jet d'air comprimé tandis que le

procédé thermodhésif est subordonné à l'absorption de la lumière par des particules d'anhydrite, de schiste et de dolomie noircies par la chaleur.

Les sels commerciaux les plus purs sont produits par le traitement de sel gemme à fins cristaux de 1,7 mm dans un recristallisateur. Le sel gemme à grain fin est dissous dans une saumure de haute température pour produire une saumure chaude très pure. Le sel produit dans le recristallisateur peut atteindre une pureté de 99,99 % de NaCl. Il est produit dans l'évaporateur par évaporation éclair et par refroidissement.

Les méthodes courantes de production de sel granulé destiné à la consommation humaine sont le raffinement sous vide et le raffinement à l'air libre.

Sel marin

On peut obtenir du sel de l'eau de mer qui s'écoule le long de zones côtières et de plans d'eau fermés contenant de l'eau saline naturelle et des saumures artificielles. Le sel est produit à l'aide du vent et du soleil qui évaporent l'eau pour laisser des cristaux de sel relativement purs. La production de sel marin est limitée aux régions du monde dont les taux d'évaporation sont élevés et les précipitations, faibles.

Évaporation physique

Le sel raffiné sous vide n'est pas extrait de mines, mais il est produit au moyen d'une technologie d'évaporation physique. Bien que l'on puisse utiliser du sel gemme et de la saumure pour fabriquer du sel raffiné sous vide, ce sel destiné à la consommation humaine provient presque entièrement de l'exploitation souterraine des formations de sel par voie de dissolution. Le sel raffiné sous vide est obtenu en séchant la saumure à la chaleur uniquement ou en combinant la chaleur et un milieu sous vide. Le procédé de raffinage sous vide, moins vorace en énergie, utilise des évaporateurs installés en série connectés à des pompes à vide. Une solution de sel saturée bout à une température plus élevée que le fait l'eau pure. Lorsque le vide est fait, la saumure bout à une faible température et la vapeur surchauffée ainsi obtenue sert de fluide chauffant à l'évaporateur suivant.

L'évaporateur de sel ou le procédé à l'air libre utilise des bacs rectangulaires munis de serpentins immergés chauffés à la vapeur afin d'évacuer l'eau de la saumure. Des raclettes rotatives raclent le précipité de sel qui est évacué, selon la méthode employée, dans un bassin ou sur un plan incliné, puis sur des convoyeurs pour le désaumurage et le séchage. Les produits finaux ont en général la forme de paillettes et non de cubes. On utilise de préférence le sel en paillettes dans la préparation du fromage, du beurre et des produits de boulangerie.

Le procédé Alberger constitue une modification de l'évaporateur de sel; il produit du sel de forme cubique avec un peu de sel en paillettes. Les bacs sont circulaires, peu profonds et munis d'appareils de chauffage externes au lieu de serpentins chauffants. Les régions très humides ne peuvent utiliser le procédé à l'air libre avec succès parce que la vitesse d'évaporation y est trop lente et que l'évaporation de la saumure requiert un plus grand apport énergétique.

APPLICATIONS

Selon des sources industrielles, on dénombre environ 14 000 utilisations directes et indirectes du sel.

Outre les différents types de sel, ce produit présente divers types d'emballage et d'application. Le sel destiné à la consommation humaine est emballé dans des contenants de tailles variées pour usages spécialisés. Le sel de table contient habituellement 0,01 % d'iodure de potassium, un additif qui fournit une source d'iode indispensable aux processus d'oxydation du corps. Le sel Kosher, le sel marin, le sel comme condiment et les comprimés de chlorure de sodium sont des variétés particulières de sel.

Le sel utilisé comme adoucisseur d'eau et nourriture pour les animaux est fabriqué en blocs comprimés de 22,7 kg (50 lb). Du soufre, de l'iode, des éléments traces et des vitamines sont parfois ajoutés aux blocs de sel afin de fournir un apport de nutriments non naturellement présents dans l'alimentation de certains bétails. Le sel est également comprimé en pastilles qui servent à adoucir l'eau.

Industrie chimique

Le principal consommateur de sel au sein de l'industrie chimique – grande consommatrice de sel, voire la plus grande consommatrice de saumure – est le secteur de production de chlore et de soude caustique, qui en fait usage dans la fabrication de chlore, d'hydroxyde de sodium comme coproduit, et de carbonate de sodium anhydre synthétique. Le sel est une matière première primaire qui entre dans la fabrication du chlore parce qu'il constitue une source économique d'ions chlore que l'on peut se procurer facilement. Il est également employé comme matière première par les usines chimiques qui fabriquent du chlorate de sodium et du sodium métal, et par d'autres exploitations chimiques en aval. Par exemple, le sel est utilisé dans les savons en poudre et les détergents comme agent gonflant; il sert de coagulant pour la dispersion colloïdale après saponification; dans les produits pharmaceutiques, il est un réactif chimique et est utilisé comme électrolyte dans des solutions salines.

Déverglacement et stabilisation des routes

Au Canada et aux États-Unis, la deuxième, voire la plus importante utilisation finale du sel concerne le déglacement

des routes. Lorsque le sel est appliqué sur la neige ou la glace, de la saumure fondue se forme sous la surface et empêche l'eau de geler et d'adhérer au revêtement routier, ce qui fait fondre la neige et la glace. Le sel est un déverglacement économique, efficace et facilement disponible. Cependant, il devient moins efficace lorsque la température chute au-dessous de -6,5 à -9,5 °C (15 à 20 °F). Par basses températures, il faut appliquer plus de sel pour maintenir une plus forte concentration de saumure afin d'obtenir le même niveau de fonte.

On ajoute également du sel pour stabiliser le sol et pour solidifier l'assise sur laquelle les routes sont construites, en particulier, pour stabiliser l'argile, le sable et le gravier utilisés dans la fondation des routes principales et sur la surface des routes secondaires. On se sert généralement du sel le plus fin dans la plupart des programmes de stabilisation des routes. Le sel réduit au minimum les effets de déplacement occasionnés en sub-surface par les variations d'humidité et d'intensité du trafic.

Distributeurs

Une quantité énorme de sel est commercialisée par divers distributeurs dont un certain nombre sont spécialisés dans des marchés tels que les services agricoles et le traitement des eaux, deux secteurs auxquels les sociétés de sel vendent directement leurs produits.

Utilisations industrielles en général

Les utilisations industrielles du sel sont diverses. En ordre descendant d'importance, mentionnons l'exploration pétrolière et gazière, d'autres applications industrielles, ainsi que les secteurs du textile et de la teinture, du travail du métal, des pâtes et papiers, du tannage et du traitement du cuir, et de la fabrication de caoutchouc.

Dans l'exploitation pétrolière et gazière, le sel est une composante importante des boues de forage utilisées pour le forage des puits. Il sert à flocculer et à accroître la densité des boues de forage afin d'éliminer la pression de gaz au fond du trou. Chaque fois que la tige de forage heurte une formation salifère, on ajoute du sel à la boue de forage afin de saturer la solution et de réduire le plus possible la dissolution dans la couche de sel. Le sel permet d'accroître le taux fixe de béton dans le moulage en ciment.

Dans le secteur du textile et de la teinture, le sel sert de produit de rinçage afin de séparer les impuretés organiques, de favoriser le « relargage » des précipités des colorants; on le mélange également aux colorants concentrés afin d'obtenir des couleurs normalisées. Un de ses rôles essentiels est de fournir une charge ionique positive qui favorise l'absorption des ions négatifs des colorants.

Le sel est utilisé, dans le traitement du métal, pour concentrer le minerai d'uranium afin de former un concentré

d'oxyde jaune d'uranium, appelé communément gâteau jaune, ainsi que dans le traitement de l'aluminium, du béryllium, du cuivre, de l'acier et du vanadium.

Dans l'industrie des pâtes et papiers, il sert d'agent de blanchiment pour la pâte de bois. Il entre dans la fabrication du chlorate de sodium, que l'on ajoute à l'acide sulfurique et à l'eau pour fabriquer du dioxyde de chlore – un excellent agent de blanchiment chimique à base d'oxygène. Le blanchiment au dioxyde de chlore, qui a été mis au point en Allemagne après la Première Guerre mondiale, est de plus en plus utilisé en raison de pressions environnementales visant à réduire ou à éliminer les composés de blanchiment chlorés.

Dans le tannage et le traitement du cuir, le sel est ajouté aux peaux d'animaux afin de prévenir toute activité microbienne sur le revers des peaux et d'humidifier celles-ci.

Les fabricants de caoutchouc utilisent le sel pour la fabrication du butadiène-styrène (Buna est une marque de produit), du néoprène et de caoutchoucs du type « blanc ». La saumure et l'acide sulfurique servent à coaguler et à émulsionner le latex fabriqué à partir du butadiène chloré.

Industrie agricole

Les animaux sauvages satisfont leurs besoins de sel en repérant les sources d'eau salées et en léchant des formations naturelles de sel ou des croûtes de sel déposées sur les sebkha. Les bétails des pâturages et des fermes ont besoin de rations de sel supplémentaires afin de bénéficier d'une alimentation équilibrée. Les vétérinaires préconisent l'ajout de sel en vrac dans les mélanges commerciaux ou sous forme de blocs vendus aux exploitants agricoles et aux éleveurs parce que le sel est un excellent porteur d'éléments traces qui sont absents du fourrage consommé par le bétail au pâturage. Le sélénium, le soufre et d'autres éléments essentiels sont couramment ajoutés aux blocs à lécher ou aux blocs de sel servis en libre choix.

Transformation des aliments

Chaque être humain consomme des aliments qui contiennent une certaine quantité de sel. Les industries transformatrices des produits alimentaires et les consommateurs ajoutent du sel dans les aliments comme exhausteur de goût, agent de conservation, liant, régulateur de la fermentation, contrôleur de la texture et révélateur chromogène. Cette importante catégorie, grosse utilisatrice de sel, est répartie comme suit par ordre décroissant d'utilisation : usines de transformation des aliments, usines de transformation de la viande, entreprises de conserves, boulangeries et pâtisseries, industrie laitière et moulins à grain.

Dans les usines de transformation de la viande, on ajoute du sel aux viandes transformées afin de favoriser le développement de la couleur dans le bacon, le jambon et

d'autres viandes transformées. En sa qualité d'agent de conservation, le sel prévient la croissance de bactéries, qui dégraderaient la qualité des produits. Le sel sert de liant dans les saucisses afin de former une sorte de gélatine composée de viande, de matière grasse et d'humidité. Il est également un exhausteur du goût et un attendrisseur.

Dans l'industrie laitière, le sel agit comme agent de régulation de la fermentation, de la couleur et de la texture du fromage. Le sous-secteur de l'industrie laitière comprend des entreprises qui fabriquent le beurre, le fromage naturel et fondu, le lait condensé et évaporé, la crème glacée, les desserts congelés et les produits laitiers spéciaux.

Dans les entreprises de conserves, on ajoute le sel plutôt comme exhausteur du goût et agent de conservation. On l'utilise également comme déshydratant, attendrisseur, inhibiteur d'enzyme et porteur pour d'autres ingrédients.

Dans la boulangerie et la pâtisserie, le sel agit comme régulateur de la vitesse de fermentation dans la pâte à pain. Il sert également à renforcer le gluten (produit d'addition composé de protéine élastique et d'eau dans certaines pâtes) et comme exhausteur du goût tel que sur le nappage sur les pâtisseries.

Les aliments transformés contiennent également des produits provenant des moulins à grains, comme la farine et le riz moulus ainsi que les céréales de petit déjeuner et les farines mélangées ou préparées.

Dans la catégorie « autre transformation des aliments », le sel constitue principalement un assaisonnement. Diverses autres usines de transformation des aliments fabriquent, entre autres, des aliments pour la consommation humaine (comme les croustilles et les bretzels) et pour les animaux domestiques (comme la nourriture pour chats et chiens).

Traitement de l'eau

Dans de nombreuses régions, l'eau est dure, car elle contient des quantités importantes d'ions calcium et magnésium qui entraînent l'entartrage des appareils ménagers et de l'équipement industriel. On utilise du sel dans les adoucisseurs d'eau commerciaux et résidentiels pour éliminer les ions qui contribuent à la dureté de l'eau. Les ions sodium fixés sur un lit de résine sont remplacés par des ions calcium et magnésium. Il faut régénérer périodiquement les adoucisseurs lorsqu'ils ne contiennent plus d'ions sodium. Le sel est ajouté et dissous, et la saumure permet de remplacer les ions sodium perdus.

PRIX

Les prix de vente du sel sont déterminés par les propres facteurs de production, de traitement et d'emballage de ce produit. Il dépend du type de sel, du lieu de production, de

la forme du produit et du mode de vente. En général, les prix du sel en vrac sont inférieurs à ceux du sel emballé ou comprimé en pastilles ou en blocs. Le sel sous forme de saumure est le moins coûteux à produire, parce que son extraction et son traitement sont moins onéreux. Le sel raffiné sous vide est plus pur, mais ses coûts de production sont les plus élevés, car son traitement nécessite davantage d'énergie.

Aucune donnée sur les prix n'est fournie par l'industrie canadienne du sel. Les exemples suivants proviennent d'autres sources. Dans le numéro de mai 2004 du *IM Magazine*, on rapporte que les prix du sel varient entre 20 et 30 £ ou entre 50,09 et 75,14 \$CAN (prix moyen de 15 à 20 t.c. de sel gemme broyé, livrées au Royaume-Uni). À titre de comparaison, la Geological Survey des États-Unis indique qu'en 2002, les prix moyens du sel (valeur nette des ventes franco à bord à l'usine exprimées en dollars américains la tonne, hormis les coûts d'affrètement) sur les marchés nord-américains étaient comme suit : en vrac (sel raffiné sous vide ou à l'air libre, 58,12 \$; sel gemme, 20,10 \$; saumure, 5,89 \$); comprimé en pastilles (sel raffiné sous vide ou à l'air libre, 134,61 \$; sel gemme, non disponible; saumure, non disponible); emballé (sel raffiné sous vide ou à l'air libre, 135,39 \$; sel gemme, 70,62 \$; saumure, non disponible); et comprimé en blocs (sel raffiné sous vide ou à l'air libre, 107,18 \$; sel gemme, 101,81 \$; saumure, non disponible).

Les producteurs au Canada et à l'étranger sont eux aussi très conscients des répercussions de la mondialisation sur les prix. Une légère fluctuation des prix d'une année à l'autre peut entraîner la perte d'un contrat aux mains d'un concurrent étranger.

SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

Préoccupations relatives à la santé

Au Canada, le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (voir le site du SIMDUT à l'adresse [www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut/index.htm]) constitue la norme en matière de communication des renseignements sur les dangers. Le SIMDUT est mis en oeuvre par le biais des lois fédérales, provinciales et territoriales dans les milieux de travail.

L'être humain, qui contient environ quatre onces de sel, ne doit pas en manquer, faute de quoi ses muscles refuseront de se contracter, son sang de circuler, son système digestif de fonctionner et son coeur de battre. Une consommation raisonnable de sel est par conséquent bénéfique pour la santé.

Préoccupations environnementales

Les effets de l'épandage de sel sur l'environnement dépendent d'une variété de facteurs, notamment des conditions météorologiques, des caractéristiques des routes, de la densité de la circulation, des méthodes d'entretien en hiver et de la topographie locale. L'épandage peut avoir des incidences négatives sur la croissance des plantes et sur le rendement des cultures à proximité des routes. Il peut également entraîner l'élévation de la salinité des cours d'eau superficiels et souterrains. Le coût modique du sel en fait l'agent de déglacage le plus utilisé. On tente toujours d'optimiser l'épandage et de concevoir de meilleurs mélanges abrasifs. Pendant de nombreuses années, les organismes provinciaux, territoriaux et régionaux chargés de l'entretien des routes ont tenté d'optimiser l'utilisation et le choix des méthodes de déglacage et de déneigement. Les considérations relatives au coût, à la fiabilité opérationnelle, à la sécurité du grand public et à la protection de l'environnement ont toutes permis de perfectionner les méthodes existantes, d'accroître la sécurité sur les routes et d'améliorer la conduite sur celles-ci. Les organismes continuent d'évaluer ces facteurs.

Bien que les experts de la Commission consultative sur la deuxième liste des substances d'intérêt prioritaire du ministre de l'Environnement reconnaissent les avantages des agents de déglacage, ils ont recommandé que leurs répercussions environnementales soient évaluées mais que les mesures prises pour protéger l'environnement ne compromettent en aucun cas la sécurité du grand public. Environnement Canada a publié un rapport qui porte sur l'évaluation des produits des listes des substances d'intérêt prioritaire dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE de 1999) et, plus particulièrement, sur les sels de voirie. Dans l'ensemble, Environnement Canada conclut dans ce rapport que « À la lumière des données disponibles, [...] il est proposé que les sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans ferrocyanure soient considérés comme effectivement ou potentiellement « toxiques selon la LCPE » au sens des alinéas 64a) et 64b) de la LCPE de 1999. »

Un groupe de travail composé de représentants des ministères gouvernementaux, de l'industrie et d'organismes environnementaux s'est rencontré à trois reprises en 2002 pour discuter des meilleures pratiques à adopter dans les applications, l'entreposage et l'élimination des sels de voirie et pour élaborer des lignes directrices en vertu de la LCPE de 1999. En avril 2004, Environnement Canada a publié un Code de pratique pour la gestion environnementale de sels de voirie. Ce code s'applique à tout organisme utilisant plus de 500 t/a de sels de voirie. Ces organismes doivent produire et mettre en oeuvre un plan de gestion du

sel contenant des pratiques exemplaires de gestion afin de protéger l'environnement des effets négatifs des sels de voirie. Environnement Canada examinera l'efficacité du code après cinq ans d'application et décidera alors s'il faut prendre d'autres mesures de protection de l'environnement. L'industrie du sel espère que le Code démontrera son efficacité et qu'Environnement Canada ne recommandera pas d'ajouter les sels de voirie à la liste des substances toxiques du Canada.

Remarques : (1) Pour les définitions et l'évaluation de la production, des expéditions et du commerce des minéraux, veuillez consulter le chapitre 64. (2) Les présentes données sont les plus récentes au 31 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.

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	Description	Canada			États-Unis
		NPF	TPG	États-Unis	Canada
2501.00	Sel (y compris le sel préparé pour la table et le sel dénaturé) et chlorure de sodium pur, même en solution aqueuse ou additionnés d'agents anti-agglomérants ou d'agents assurant une bonne fluidité; eau de mer				
2501.00.10	Sel de table fabriqué en le mélangeant avec d'autres ingrédients lorsqu'il contient 90 % ou plus de chlorure de sodium pur	2,5 %	en franchise	en franchise	en franchise
2501.00.90	Autres	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.

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

TABLEAU 1. CANADA : EXPÉDITIONS ET COMMERCE DE SEL, DE 2001 À 2003

N° tarifaire	2001		2002		2003	
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)
EXPÉDITIONS						
Par catégorie						
Sel gemme extrait des mines	11 528 499	333 481	10 581 246	319 078	11 416 565	319 988
Sel fin produit par évaporation sous vide	844 719	86 029	870 370	89 229	914 750	94859
Teneur en sel des saumures utilisées ou expédiées	1 351 761	10 299	1 284 861	10 947	1 058 425	9 083
Total	13 724 979	429 809	12 736 477	419 255	13 389 740	423 930
Par province						
Nouvelle-Écosse	x	x	x	x	x	x
Nouveau-Brunswick	x	x	x	x	x	x
Québec	x	x	x	x	x	x
Ontario	8 568 470	274 420	7 630 364	262 429	8 441 463	267 150
Manitoba	—	—	x	x	x	x
Saskatchewan	851 307	35 817	914 558	39 642	942 614	37 657
Alberta	1 246 969	19 229	1 323 683	20 207	1 082 343	19 934
Total	13 724 979	429 808	12 736 477	419 254	13 389 740	423 930

TABLEAU 1. (suite)

N° tarifaire	2001		2002		2003		
	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	(t)	(k\$)	
IMPORTATIONS							
2501.00	Sel (1)						
	États-Unis	1 131 620	47 941	641 654	32 380	615 967	32 165
	Mexique	292 670	5 296	436 173	8 294	235 498	4 969
	Chili	129 431	4 613	246 152	7 333	76 267	2 514
	France	7 967	806	8 286	899	12 219	1 204
	Irlande	751	64	4 829	349	3 939	437
	Grèce	988	127	1 233	156	2 031	218
	Allemagne	717	44	925	67	2 832	179
	Belgique	25	3	191	27	1 338	175
	Bahamas	62 425	1 331	25 432	664	5 250	165
	îles vierges (britanniques)	–	–	–	–	5 500	150
	Israël	278	48	700	91	1 208	146
	Corée du Sud	1 393	116	1 248	124	1 031	131
	Brésil	2	–	254	29	1 006	104
	Afrique du Sud	362	26	204	25	842	90
	Royaume-Uni	735	73	617	57	731	79
	Portugal	489	60	746	74	583	75
	Italie	255	33	610	54	568	70
	Japon	387	197	1 364	118	622	69
	Autriche	198	36	758	97	912	57
	Chine	3 648	154	2 754	242	482	46
	Suisse	20	1	254	20	363	46
	Inde	302	28	661	25	472	46
	Pays-Bas	212	38	232	41	284	44
	Pakistan	209	20	176	11	425	31
	Espagne	113	14	124	26	321	31
	Autres pays	9 225	362	968	81	882	89
	Total	1 644 422	61 431	1 376 545	51 284	971 573	43 330
	Par province de destination						
	Terre-Neuve-et-Labrador	24 211	717	92 336	1 877	25 624	662
	Nouvelle-Écosse	6 365	122	7 041	124	5 603	161
	Nouveau-Brunswick	2 656	266	3 016	290	904	95
	Québec	324 665	11 409	269 082	9 051	90 785	5 129
	Ontario	883 923	37 408	465 421	25 108	546 461	27 943
	Manitoba	12 149	773	10 052	803	5 523	638
	Saskatchewan	2 642	409	1 987	444	2 527	327
	Alberta	11 926	1 100	7 904	748	12 439	923
	Colombie-Britannique	375 887	9 229	519 709	12 842	281 705	7 451
	Total	1 644 424	61 431	1 376 547	51 286	971 572	43 329
EXPORTATIONS							
2501.00	Sel (1)						
	États-Unis	4 614 073	115 831	3 663 957	96 197	4 186 836	124 649
	Honduras	–	–	–	–	2 476	137
	Barbade	182	29	23 036	46	1 497	112
	Costa Rica	89	22	233	91	271	102
	Saint-Pierre-et-Miquelon	320	29	365	30	813	100
	Malaisie	45	1	–	–	542	37
	France	0	–	583	59	229	30
	Espagne	23	4	24	4	1 183	23
	Corée du Sud	–	–	200	5	970	20
	Saint-Kitts-et-Nevis	52	5	250	20	1 027	16
	Afrique du Sud	–	–	17	3	69	11
	Allemagne	–	–	14	2	126	11
	Autres pays	1 955	213	1 120	160	650	61
	Total	4 616 739	116 134	3 689 799	96 617	4 196 689	125 309

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

– : néant; k\$: millier de dollars; x : confidentiel.

(1) Comprend le sel de table, le chlorure de sodium pur et le sel de mer.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 2. CANADA : EXPÉDITIONS ET COMMERCE DE SEL, DE 1980 À 2003

Année	Expéditions des producteurs			Total	Importations	Exportations
	Sel gemme extrait de mines	Sel fin produit par évaporation sous vide	Sel de saumure et sel récupéré par les usines de produits chimiques			
	(tonnes)					
1980	4 507 416	781 428	2 134 010	7 422 854	1 151 203	1 637 601
1981	4 371 314	764 037	2 107 243	7 242 594	1 254 992	1 507 710
1982	5 223 073	773 086	1 944 172	7 940 331	1 526 879	1 721 893
1983	5 846 994	714 464	2 040 925	8 602 383	814 250	1 914 629
1984	7 030 664	754 675	2 450 060	10 235 399	1 053 217	2 530 038
1985	6 608 739	805 209	2 670 749	10 084 697	1 255 518	2 263 076
1986	6 867 287	815 044	2 649 515	10 331 846	1 328 298	2 502 518
1987	6 670 863	866 475	2 591 715	10 129 053	1 112 102	1 924 686
1988	7 126 762	783 368	2 777 050	10 687 180	1 202 219	3 030 124
1989	7 548 732	821 284	2 788 395	11 158 411	2 360 432	2 137 321
1990	7 704 499	778 428	2 708 458	11 191 385	2 095 321	1 897 816
1991	8 615 755	799 563	2 455 541	11 870 859	1 202 880	2 783 021
1992	7 912 989	770 370	2 404 667	11 088 026	1 041 424	2 650 921
1993	8 073 435	817 859	2 101 711	10 993 005	1 051 096	3 079 298
1994	9 446 002	822 181	1 975 704	12 243 887	940 131	3 638 674
1995	8 077 661	850 676	2 029 047	10 957 384	1 294 996	2 986 802
1996	9 499 189	853 858	1 895 430	12 248 477	1 137 604	3 816 788
1997	10 923 966	863 112	1 709 778	13 496 856	1 262 822	3 634 009
1998	10 517 641	834 944	1 681 710	13 034 295	977 944	4 177 880
1999	10 004 167	823 983	1 857 745	12 685 895	1 375 141	3 808 093
2000	9 458 260	827 630	1 878 179	12 164 069	1 141 060	3 475 755
2001	11 528 499	844 719	1 351 761	13 724 979	1 644 422	4 616 739
2002	10 581 246	870 370	1 284 861	12 736 477	1 376 545	3 689 799
2003 (dpr)	11 416 565	914 750	1 058 425	13 389 740	971 573	4 196 689

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
(dpr) : données provisoires.

TABLEAU 3. PRODUCTION MONDIALE DE SEL, DE 1996 À 2002

Pays	1996	1997	1998	1999	2000 (r)	2001 (r)	2002 (e)
	(milliers de tonnes)						
États-Unis (1)	42 300	41 500	41 300	45 000	45 600	44 800	40 300
Chine	29 035	30 830	22 420	28 124	31 280	34 105	32 835
Allemagne	15 907	15 787	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700
Inde	14 466	14 251	11 964	14 453	14 453	14 503	14 503
Canada (2)	12 248	13 264	13 296	12 686	12 164	13 725	12 736
Australie	7 905	8 801	(r) 9 033	(r) 9 888	8 778	9 536	9 887
Mexique	8 508	7 933	8 412	8 236	8 884	8 501	8 500
France	7 860	7 085	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000
Brésil	5 384	6 516	6 837	5 958	6 074	5 578	5 600
Royaume-Uni	6 610	6 600	6 600	5 800	5 800	5 800	5 800
Pologne	4 163	3 859	4 005	4 212	4 307	4 200	4 200
Italie	3 541	3 510	3 600	3 600	3 600	3 600	3 600
Espagne	4 000	4 000	3 500	3 200	3 200	3 200	3 200
Russie	2 100	2 100	2 200	3 200	3 200	2 800	2 800
Ukraine	2 800	2 500	2 500	2 185	2 287	2 300	2 300
Autres pays	37 173	38 464	41 787	(r) 40 753	39 673	41 652	41 039
Total	204 000	207 000	200 000	(r) 210 000	212 000	217 000	210 000

Sources : Ressources naturelles Canada; Geological Survey des États-Unis.
(e) : estimation; (r) : révisé.

(1) Puerto Rico ne fait pas partie des États-Unis. (2) La Geological Survey des États-Unis a fourni toutes les données, à l'exception de celles se rapportant au Canada. Ces dernières proviennent de Ressources naturelles Canada.

Remarque : Les chiffres ont été arrondis.

TABLEAU 4. PRODUCTEURS CANADIENS DE SEL

Société	Emplacement/production initiale	Capacité (1)	Observations
		(t/a)	
ERCO Worldwide	à Virden (Man.)/en 2002	60	Extraction par dissolution (voie de solution) pour la production de chlorate de sodium.
	à Bruderheim (Alb.)/en 1991	129	Extraction par dissolution pour la production de chlorate de sodium. (Saumure)
Nexen Inc.	à Bruderheim (Alb.)/en 1991	100	Extraction par dissolution pour la production de chlorate de sodium. (Saumure)
La Société canadienne de Sel, Limitée	à Pugwash (N.-É.)/en 1959		(Sel gemme)
	à Pugwash (N.-É.)/en 1963	7800	Raffinerie comportant un bassin sous vide à effet quadruple qui reçoit de la saumure saturée et la transforme par évaporation en cristaux de sels d'une grande pureté. (Sel gemme)
	dans les Îles de la Madeleine (QC)/en 1982	4 800	(Sel gemme)
	à Ojibway (Ont.)/en 1955	10 300	Sel réparti entre diverses catégories et préparé pour la distribution sur les marchés. (Sel gemme)
	à Windsor (Ont.)/en 1892	710	Sel raffiné.
	à Belle-Plaine (Sask.)/en 1969	650	L'usine récupère le produit à partir des saumures de chlorure de sodium qui sont dérivées des solutions provenant de la mine de potasse avoisinante exploitée par IMC Canada Ltd. (Sel raffiné)
	à Lindbergh (Alb.)/en 1968	400	Production de sel grossier et de sel fin. (Sel raffiné)
Dow Chemical Canada Inc.	à Fort Saskatchewan (Alb.)/en 1967	3 500	Extraction par dissolution pour la production de soude caustique et de chlore.
Produits Chimiques Général du Canada Ltée	à Amherstburg (Ont.)/en 1919	–	Extraction par dissolution pour la production de carbonate de sodium et de chlore. Les activités ont cessé en avril 2001.
IMC Canada Ltd., société affiliée de IMC Global Inc.	à Colonsay (Sask.)/en 1969	–	Production également de plusieurs catégories de sel. Les activités ont cessé en juin 2001.
IMC Global Inc.	mine K1, à Esterhazy (Sask.)/en 1962	180	Production de sel gemme obtenu comme sous-produit de l'extraction de la mine de potasse. (Sel à grain normal, à grain grossier et granulaire).
NSC Minerals Inc.	à Rocanville (Sask.)/en 1990	200	Fabrication de produits à grains grossiers et à grains fins. (Sel gemme)
	à Vanscoy (Sask.)/en 1988	300	Production de produits à grains grossiers et à grains fins. (Sel gemme)
Potash Corporation of Saskatchewan Inc., Division New Brunswick	à Sussex (N.B.)/en 1983	700	Trois catégories de chlorure de potassium sont produites à partie d'un circuit de flottation et d'un cristalliseur. (Sel)
Sterling Pulp Chemicals (Sask) Ltd.	à Saskatoon (Sask.)/en 1979	130	L'usine produit principalement des pâtes et des produits chimiques servant à traiter les eaux. Extraction par dissolution pour la production de soude caustique, de chlore et de chlorate de sodium.
Sifto Canada Inc.	à Amherst, à Nappan (N.-É.)/en 1947	312	Extraction par dissolution pour évaporation sous vide. (Sel raffiné)
	à Goderich (Ont.)/en 1959	26 000	Extraction de sel gemme.
	à Goderich (Ont.)/en 1872	326	Extraction par dissolution pour évaporation sous vide. (Sel raffiné)
	à Unity (Sask.)/en 1949	408	Extraction par dissolution pour évaporation sous vide. (Sel raffiné)

Source : Ressources naturelles Canada, d'après les relevés des sociétés

(1) Il s'agit de la capacité de l'installation d'extraction des saumures ou de l'usine de production de sel raffiné.