

# L'ÉNERGIE au service des gens

Les Canadiennes et Canadiens consomment de grandes quantités d'énergie, soit presque 7 500 kg de pétrole par personne par année. Ils en produisent également de grandes quantités, multipliant les sources d'énergie de recharge et les nouvelles méthodes de stockage d'énergie.

LE SOLEIL

LE VENT

L'EAU

LA TERRE

Nos mines sont à la source

## LES MÉTAUX ET LES MINÉRAUX

### Le cobalt (Co)

Dérivé de l'extraction minière du cuivre et du nickel, le cobalt est essentiel à la fabrication de piles à l'hydruure métallique que l'on retrouve dans les véhicules hybrides, les ordinateurs portables, les téléphones cellulaires et autres appareils électroniques. Selon les prévisions, les piles au lithium-ion, contenant entre 2,28 et 3,18 kg de cobalt, devraient dominer à l'avenir le marché des véhicules hybrides. Elles se rechargent plus rapidement et réduisent la pollution de l'air et la consommation de carburant d'au moins 50 pour cent.

### Le cuivre (Cu)

Le cuivre est une composante essentielle du transport de l'électricité. Transformé en câbles de transport, il achemine l'électricité dans les résidences et les commerces d'un bout à l'autre du pays. Il est également indispensable au bon fonctionnement et à l'efficacité des éoliennes. Ce métal joue un rôle capital dans les rouages de génératrices, protégeant les pylônes contre la foudre et transportant les courants électriques. On retrouve également des bobines de cuivre dans les génératrices géothermiques servant à produire de l'électricité.

### Le germanium (Ge)

À titre de produit dérivé de l'extraction du zinc, le germanium convertit plus efficacement l'énergie solaire en électricité que le silicium dans les cellules photovoltaïques. Les cellules solaires au germanium sont plus efficaces dans une mesure de 40 pour cent par rapport à 20 pour cent dans le cas du silicium. En revanche, leur prix soit beaucoup plus élevé. À cause de leur efficacité et de leur poids léger, les cellules solaires au germanium sont utilisées dans les satellites et les engins spatiaux.

### Le fer (Fe)

La presque totalité du minerai de fer extrait des mines sert à la fabrication de l'acier. L'acier inoxydable est indispensable à la plupart des technologies énergétiques, dont l'énergie hydro-électrique, l'énergie éolienne, les turbines au sein d'usines productrices d'énergie géothermique, les centrales nucléaires et les usines de captage de l'énergie solaire. L'acier est la matière principale des éoliennes, s'inscrivant dans la tour, les engrenages, les paliers, les générateurs, les arbres, les boîtiers de capteurs et autres pièces. Parce qu'il est entièrement recyclable, l'acier réduit le besoin d'extraction de nouveau minerai de fer.

### Le molybdène (Mo)

Issu de la molybdénite, le molybdène rend les alliages (mélange de deux éléments ou davantage, dont un au moins est du métal) plus forts, plus durs et plus durables. Les alliages de molybdène servent à la fabrication de filets utilisés dans l'industrie de l'énergie géothermique, d'hélices qui captent l'énergie éolienne, de collecteurs électriques au sein de l'énergie héliosélectrique et servent à la construction de voitures « écologiques ».

### Le nickel (Ni)

Le nickel est essentiel à la production d'énergie propre. Les piles à l'hydruure métallique de nickel (NiMH) utilisées dans les véhicules hybrides contiennent du nickel dans une mesure d'environ 10 pour cent. Les voitures hybrides munies de piles NiMH génèrent 50 pour cent de moins de pollution et de gaz à effets de serre que les voitures semblables utilisant du carburant. Les piles rechargeables fabriquées avec du nickel alimentent les téléphones cellulaires, les portables, les caméras numériques et autres appareils électroniques. Les alliages de nickel allègent le poids des structures d'aéronefs de sorte qu'ils utilisent moins de carburant.

Solides et résistant à la corrosion, le nickel contenant de l'acier inoxydable et les alliages à base de nickel sont utilisés de nombreuses manières. On retrouve habituellement environ 500 kg de nickel dans une seule éolienne, tandis qu'un réacteur nucléaire ordinaire peut contenir jusqu'à 20 différents alliages de nickel.

### La platine (Pt)

Issue de dépôts de sables aurifères et dérivée de l'extraction minière du nickel, la platine est cruciale au développement de la technologie de piles à combustible. La platine est un agent catalyseur de piles à combustible, convertissant l'hydrogène (le combustible) et l'oxygène en chaleur, en eau et en électricité. La quantité d'agents catalyseurs de platine nécessaire à l'alimentation d'une pile à combustible est de 0,5 à 0,8 gramme par kilowatt.

Le quartz (La silice)



L'argent



Le rutile (Le titane)



L'uraninite (L'uranium)



Le zircon (Le zirconium)



Le calcaire (Les agrégats)

### La silice (Si)

La plupart des systèmes photovoltaïques font appel aux cellules au silicium pour transformer les rayons solaires en énergie. Ces cellules sont habituellement faites de dioxyde de silicium, lequel provient de la silice fondue, une ressource naturelle répandue et abondante. Les puces d'ordinateur contiennent également du silicium, donnant lieu à une augmentation de son prix et à une pénurie de silicium de qualité solaire.

### L'argent (Ag)

En tant que métal pur libre, extrait de la Terre, l'argent constitue 90 pour cent de la pâte de verre appliquée dans la partie supérieure et inférieure de cellules photovoltaïques de silicium cristallin. Lorsque la lumière du soleil frappe ces cellules, l'argent capte les électrons ainsi créés, les transformant en courant électrique. Un ensemble de tuiles de cellules solaires de toiture peut alimenter une maison pendant une journée et recharger les piles aux fins d'utilisation la nuit venue.

### Le titane (Ti)

Né de l'ilménite et du rutile, le titane est aussi fort que l'acier, mais son poids est inférieur de 40 pour cent. On l'utilise en tant qu'agent d'alliage pour créer des métaux forts et légers pouvant résister à la corrosion et tolérer des températures extrêmes. Les alliages de titane aident à alléger les aéronefs, réduisant ainsi la consommation de carburant. Le titane pourrait également présenter une solution au stockage et à l'émission d'hydrogène dans les piles à combustible.

### L'uranium (U)

Le carburant de base des réacteurs électronucléaires est l'uranium – un métal lourd pouvant émettre de grandes quantités d'énergie concentrée. Les pastilles d'oxyde d'uranium (UO<sub>2</sub>) sont disposées en tubes, formant des crayons combustibles disposés en assemblages combustibles dans le cœur du réacteur. Environ 14 pour cent de l'électricité produite mondialement provient de centrales électronucléaires.

### Le zirconium (Zr)

Le zirconium sert principalement à produire de l'énergie nucléaire. De longs tubes d'alliage de zirconium (zircaloy) contenant des pastilles d'oxyde d'uranium forment des crayons combustibles, le zirconium étant dur, résistant à la corrosion et perméable aux neutrons. Le zircon pur, de qualité nucléaire, sert à la fabrication du zircaloy, lequel est constitué à 98 pour cent de zirconium.

## LES AGRÉGATS

Les agrégats comprennent les roches dures que l'on doit morceler – les roches ignées (le granite et le basalte), les roches métamorphiques (le quartzite) et les roches sédimentaires (le calcaire et le grès) – ainsi que le sable et le gravier meubles ayant été morcelés par des procédés naturels. Mêlés à du ciment et de l'eau, les agrégats grossiers et fins sont transformés en béton, le matériau de construction le plus utilisé au monde. Les grands barrages de centrales électriques servant à fournir l'électricité aux services publics sont construits en béton armé, depuis les épais semelles à la base de ces barrages, jusqu'à leur sommet. L'utilisation des bons types d'agrégats dans le béton est essentielle à la longévité du barrage.

La monazite (Le thorium, le cérium, le lanthane)



La bastnaésite (Le cérium, le lanthane, l'yttrium, le néodyme)



## LES MÉTAUX DU GROUPE DES TERRES RARES

Les métaux du groupe des terres rares (ÉTR) sont composés de quinze éléments (ou métaux) et des métaux yttrium et scandium. Bien que, comme le nickel et le titane, on retrouve ces métaux en abondance dans la croûte terrestre, ils ne se présentent pas en grands gisements concentrés et sont donc difficiles à extraire. La bastnaésite et la monazite constituent la principale source mondiale de minéraux à ÉTR. Les minéraux à ÉTR forment une partie intégrante des piles rechargeables dans les voitures électriques et hybrides, dans les puissants aimants de turbogénérateurs d'énergie éolienne et marémotrice, et ils contrôlent les crayons combustibles utilisés au sein de la technologie nucléaire. De plus, les aimants du groupe des terres rares réduisent la consommation d'énergie de certains appareils ménagers, dont les réfrigérateurs.



www.MiningMatters.ca



www.mineralised.ca



GÉNÉRIQUE Conception de projet : Janice Williams Rédactrice : Victoria Stratton Iconographie : Stephan Baker  
 Conception : TWG Communications Traduction : Lise Rodrigue (DTSI)  
 Photos de métaux et de minéraux offertes gracieusement par : R. Weller/Cochoise College, garniérine, molybdénite, argent, Robert Lavinsky/iRocks.com/Arkenstone ; bastnaésite, cobaltite, monazite, platine, quartz, rutile, zircon, Maggie Wilson ; cuivre, hématite, sphalérite, uraninite.  
 Une mine de renseignements : calcaire Réalisé en 2013

Cette affiche est une représentation artistique et ne se veut nullement une illustration technique.

# L'ÉNERGIE, une gracieuseté de...

## Les technologies énergétiques de rechange

Parmi les énergies de rechange, on compte les énergies renouvelables issues de ressources naturelles et renouvelables, dont la lumière du soleil, le vent, l'eau et la chaleur géothermique. En 2011, la production d'énergie renouvelable composait plus de 20 pour cent de l'ensemble de la production mondiale d'énergie électrique. En termes du pourcentage de sa production totale d'électricité provenant de ressources renouvelables, le Canada s'est classé au sixième rang à l'échelle mondiale. Au Canada, l'énergie hydro-électrique est en tête, les énergies éoliennes et solaires sont en hausse et l'énergie géothermique est en voie d'exploration. L'énergie nucléaire constitue enfin une autre source d'énergie de rechange au Canada.

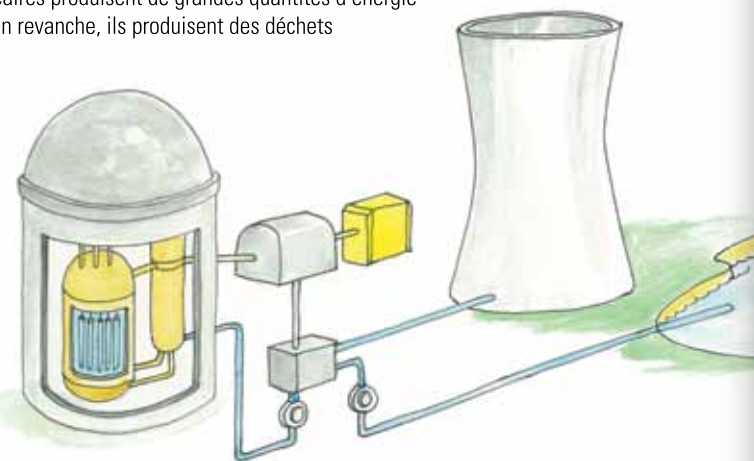
Quelles que soient les sources d'énergie utilisées, on doit leur utilisation aux métaux et aux minéraux de la Terre et aux gens qui les découvrent et les traitent. L'exploitation minière en favorise la réalisation!

## L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Que contient-elle? Du zircon, de l'uranium, du nickel, du cuivre, des métaux des terres rares (ÉTR)

Pour créer de l'énergie nucléaire, il faut faire bouillir de l'eau à l'aide de tubes en métal (des crayons combustibles) contenant de l'uranium; la vapeur qui en découle fait ensuite tourner les turbines productrices d'électricité. L'uranium doit être transformé en combustible pour réacteurs nucléaires. En 2011, 30 pays utilisaient des réacteurs nucléaires pour produire de l'énergie; plus de 440 réacteurs assurent environ 13,5 pour cent de la production mondiale d'électricité. Les réacteurs nucléaires produisent de grandes quantités d'énergie avec peu d'uranium et n'émettent aucun gaz à effets de serre; en revanche, ils produisent des déchets radioactifs qu'il faut gérer.

À titre du plus important producteur d'uranium au monde, le Canada se classe en tête de file de la recherche et de la technologie nucléaire. Ensemble, Énergie atomique du Canada limitée et Industrie Canada ont mis au point les réacteurs de puissance CANDU, lesquels sont exportés dans le monde entier. En 2011, environ 15 pour cent de l'électricité produite au Canada provenait de l'énergie nucléaire. En Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, dix-sept réacteurs ont fourni plus de 12 000 MW de capacité énergétique. Au cours des 10 prochaines années, le Canada compte construire deux autres réacteurs.

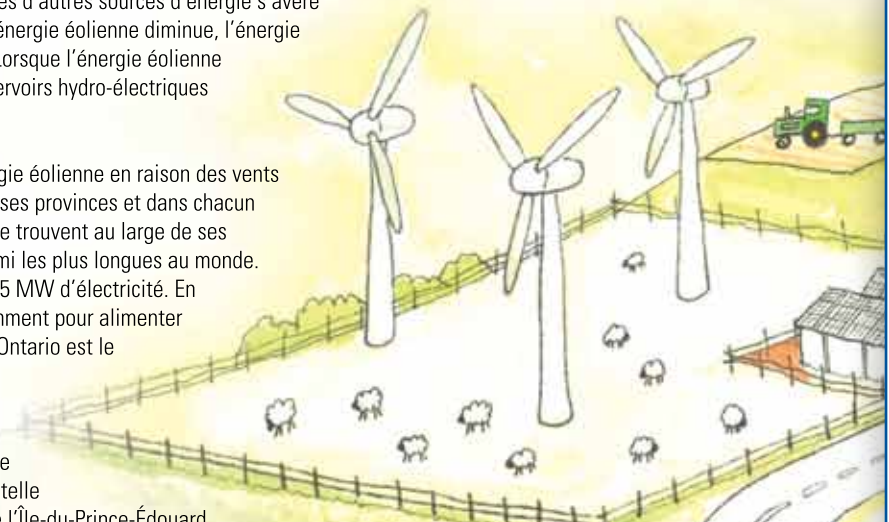


## L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Que contient-elle? Du cuivre, du fer, du molybdène, de l'aluminium, du zinc, des métaux des terres rares (ÉTR)

Les éoliennes utilisent le vent pour faire tourner des hélices montées sur des tours et convertir l'énergie qui en découle en électricité. Lorsque ces éoliennes sont bien situées, elles produisent de l'électricité en quantités variées, soit en moyenne de 30 à 40 pour cent de leur production totale annuelle. L'ajout de cette production à celles d'autres sources d'énergie s'avère une excellente idée. À titre d'exemple, lorsque l'énergie éolienne diminue, l'énergie hydro-électrique peut alors combler ce manque. Lorsque l'énergie éolienne augmente, on peut stocker de l'eau dans des réservoirs hydro-électriques jusqu'à ce qu'on en ait besoin.

Le Canada dispose d'un énorme potentiel d'énergie éolienne en raison des vents forts et constants qui soufflent dans chacune de ses provinces et dans chacun de ses territoires. Les régions les plus propices se trouvent au large de ses côtes et le long de ses rives, lesquelles sont parmi les plus longues au monde. En 1997, l'énergie éolienne a fourni au Canada 25 MW d'électricité. En 2011, elle en fournissait 5 265 MW, soit suffisamment pour alimenter environ 1,5 million de résidences tous les ans. L'Ontario est le plus important producteur d'énergie éolienne au Canada, produisant plus de 1 500 MW. Selon l'Association canadienne de l'énergie éolienne, l'énergie éolienne devrait atteindre les 55 000 MW d'ici 2025. Une telle capacité exigerait une superficie égale à celle de l'Île-du-Prince-Édouard, dont environ cinq pour cent seraient réservés aux éoliennes et le reste à l'agriculture et aux autres activités.



## Les gens

L'industrie minière offre d'excellentes perspectives d'emploi, et ce, dans tous les domaines de l'exploration, du développement, de l'exploitation et de la remise en état des sites. Et ce ne sont là que quelques-unes des possibilités qui s'offrent à vous. Pour en apprendre davantage sur ces possibilités, visiter le [www.acareermining.ca/fr](http://www.acareermining.ca/fr)



Pilote d'hélicoptère de prospection des minéraux



Géologue prospecteur



Technicien spécialiste de l'environnement



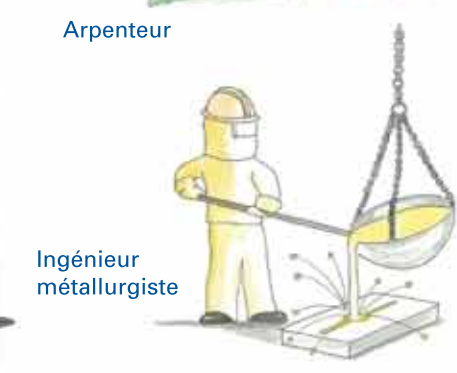
Mécanicien de machinerie lourde



Arpenteur



Mineur de fond



Ingénieur métallurgiste



Ingénieur des mines



Directeur des ressources humaines



Technicien opérateur en métallurgie



Soudeur



Opérateur de foreuse à couronne diamantée

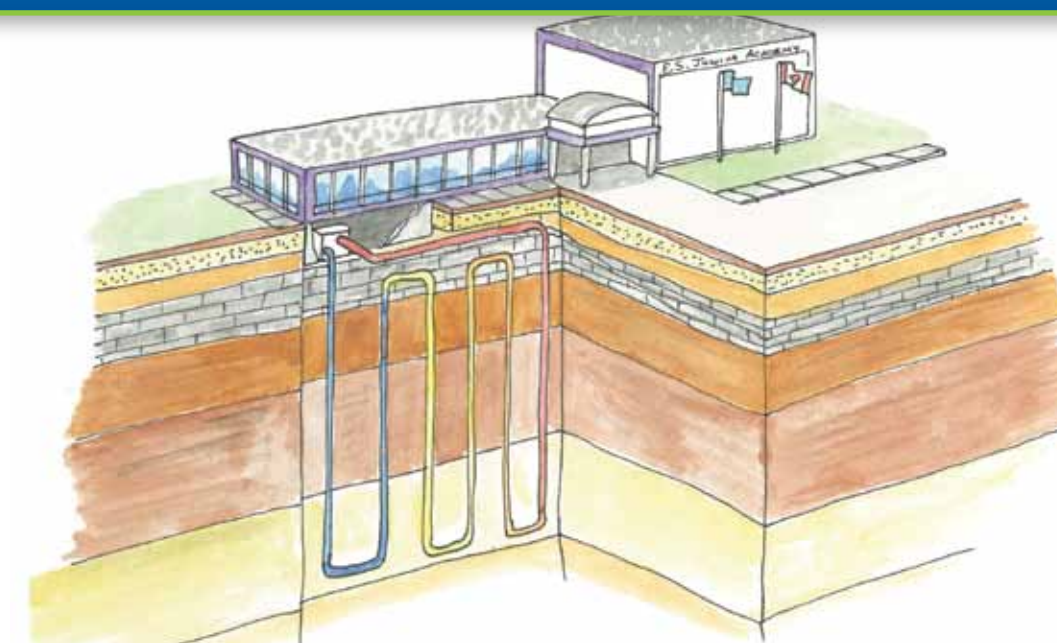


Directeur des affaires communautaires



Coordonnateur des services environnementaux

\* Afin d'alléger le texte, la forme masculine inclut le masculin et le féminin.



## L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Que contient-elle? Du molybdène, du fer, du cuivre, des métaux des terres rares (ÉTR)

L'énergie géothermique provient de la chaleur résidant sous la surface de la Terre. Pendant des milliers d'années, les sources hydrothermales ont alimenté les gens en chaleur géothermique. De nos jours, en creusant la Terre à une profondeur allant jusqu'à 3 000 mètres, on y accède plus facilement de deux façons : en acheminant l'eau chaude ou la vapeur souterraine à la surface ou en pompant l'eau de surface dans le sol chaud pour ensuite la ramener à la surface. L'eau chaude qui en découle peut chauffer directement les maisons et les bâtiments ou être transformée en vapeur pour faire tourner les turbines productrices d'électricité. Les usines de production d'énergie géothermique polluent peu, elles s'exploitent le jour et la nuit et produisent de grandes quantités d'électricité.

Le Canada ne compte à l'heure actuelle aucune usine de production d'énergie géothermique. Une évaluation de la Commission géologique du Canada a révélé que les ressources géothermiques canadiennes peuvent fournir jusqu'à 10 pour cent de notre électricité. L'Ouest canadien offre le plus de possibilités de développement dans ce domaine. En 2011, la Colombie-Britannique, l'Alberta, la Saskatchewan et les Territoires du Nord-Ouest menaient six projets de développement d'énergie géothermique et selon la *Canadian Geothermal Energy Association*, il serait possible de produire 5 000 MW d'énergie géothermique d'ici 2025.

## L'ÉNERGIE SOLAIRE

Que contient-elle? De l'argent, de la silice, du germanium, du molybdène

L'énergie solaire ou énergie provenant du soleil peut tout aussi bien nous approvisionner en l'éclairage et en chaleur qu'en électricité. La technologie photovoltaïque solaire fait appel aux panneaux solaires pour convertir l'énergie solaire en électricité, laquelle alimente ensuite les maisons et les équipements commerciaux et fournit l'éclairage et la climatisation. De tels panneaux peuvent aider à alimenter les régions éloignées qui utilisent des combustibles fossiles dispendieux ou qui n'ont pas d'électricité. On peut installer ces panneaux sur le sol, sur les toits de bâtiments et même les intégrer dans les matériaux de construction. À l'avenir, tous les objets, depuis les vêtements jusqu'aux toits de véhicules, en passant par les routes pourraient se transformer en capteurs solaires électrogènes.



L'énergie solaire est captée le jour, alors que la demande en énergie est la plus forte et la plus dispendieuse. La technologie photovoltaïque solaire aide les services publics à répondre à la demande et peut même à réduire l'utilisation du gaz naturel pendant les périodes de pointe. Au Canada, la lumière du soleil rayonne le plus dans le sud de l'Ontario, du Québec et des provinces des Prairies; des panneaux solaires sont néanmoins installés d'un bout à l'autre du pays. D'une capacité d'alimentation de 32,72 MW en 2008, leur nombre s'est multiplié et leur potentiel passé à 819 MW en 2011, de sorte que l'énergie solaire constitue maintenant 0,01 pour cent de la production totale d'électricité.

## L'ALIMENTATION HYDRO-ÉLECTRIQUE

Que contient-elle? Du cuivre, du fer, des agrégats, de la silice, de l'aluminium, du gypse

L'énergie hydro-électrique est produite avec de l'eau courante, la plus fiable et la plus rentable de toutes les technologies de production d'électricité en raison de sa durée d'utilisation. Lorsque l'eau courante fait tourner les aubes de turbines, les électroaimants interagissent avec les bobines de la génératrice pour créer de l'électricité. Cette eau peut provenir de chutes naturelles ou couler derrière un barrage. Après avoir aidé à créer de l'électricité, cette eau reflue vers les rivières.

L'énergie hydro-électrique est une source d'alimentation souple. L'eau peut être stockée dans des réservoirs et servir à stabiliser le système électrique en cas de réduction d'autres énergies renouvelables, dont l'énergie éolienne et solaire.

Les immenses ressources en eau du Canada comprennent un grand nombre de rivières dont le courant produit de l'énergie hydro-électrique, fournissant plus de 60 pour cent de notre électricité. En 2010, le Canada se classait au troisième rang des plus importants producteurs d'énergie hydro-électrique au monde. En 2011, nos 491 installations de production d'hydro-électricité présentaient une capacité totale de 70 142 MW, dont environ la moitié provenant du Québec. La Colombie-Britannique, l'Ontario, le Labrador et le Manitoba s'inscrivent parmi les autres régions produisant d'importantes quantités d'hydro-électricité.

