MERVEILLEUX MÉTAUX

DE LA ROCHE JUSQUE CHEZ TOI

Voici comment les métaux se retrouvent dans des objets dont tu te sers tous les jours.

Un géologue fait de l'exploration pour trouver des roches qui contiennent des minerais précieux.

Un **minerai**, c'est une roche contenant des **minéraux** précieux qui peuvent être traités pour en extraire des métaux ou pour faire des objets pratiques.

Une **compagnie minière** remonte les minerais à la surface ou les extrait d'une mine à ciel ouvert.

Les **minéraux** sont des composés chimiques solides, comme le sulfure de cuivre et l'oxyde d'aluminium, ou des éléments purs comme l'or ou le diamant.

Arden Taylor

DES INNOVATEURS CANADIENS

André Laplante a étudié la récupération de l'or qui est combiné avec d'autres minéraux, et il a inventé des méthodes utilisées dans le monde entier. **Janusz Laskowski** a étudié l'utilisation de la flottation pour concentrer les minéraux. Ces deux scientifiques ont enseigné dans des universités canadiennes. En 1954, **Gerry Heffernan** avait concrétisé l'idée d'une mini-aciérie qui réutilisait les retailles laissées par la production de l'acier. Dans les années 1950, **Bob Lee** a inventé un moyen efficace pour remuer l'acier en utilisant des bulles. **Vladimir Mackiw** et **Frank Forward** ont rendu le traitement du minerai de nickel plus écologique grâce à leur travail de pionniers dans les années 1950 et 1960.

Des minéralurgistes écrasent et broient le minerai, et ils le séparent de la roche inutilisable en le faisant flotter ou en utilisant des aimants puissants.

Des métallurgistes mélangent les minéraux avec des produits chimiques, ils les dissolvent ou les réchauffent pour les faire fondre ou les raffiner davantage.

Des spécialistes des matériaux, des ingénieurs, des concepteurs et d'autres experts travaillent dans des laboratoires pour développer des méthodes de traitement. Ces méthodes sont ensuite utilisées dans les usines de transformation de métaux et de fabrication d'objets en métal utilisés tous les jours.

L'IMPORTANCE DES MÉTAUX

Les métaux sont utilisés de bien des façons dans la vie moderne.

Le cuivre

Le cuivre permet de faire circuler l'électricité (c'est ce qu'on appelle la « conductivité ») et il ne coûte pas très cher parce qu'il est disponible en grande quantité. Il est également facile à utiliser. Pour ces différentes raisons, il sert à faire toutes sortes de choses. Par exemple, les fils qui se trouvent derrière les murs de ta maison sont probablement faits de cuivre. En plus, le cuivre est facile à recycler et peut donc être réutilisé plusieurs fois.

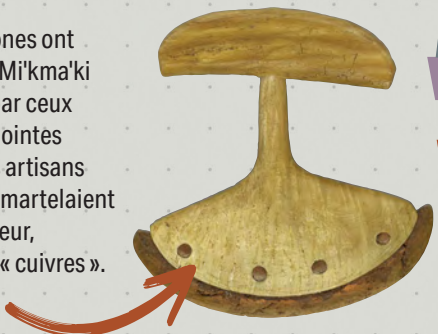
Imagine combien de temps les gens passaient autrefois à transporter de l'eau pour boire et pour faire la lessive, la cuisine et le ménage. De nos jours, l'eau arrive dans nos maisons grâce à des pompes qui fonctionnent avec de l'électricité conduite par des fils de cuivre. Et en prime : cette eau circule souvent dans des tuyaux en cuivre!

Les édifices de la Colline du Parlement, à Ottawa, sont surmontés de toits en cuivre. (Le cuivre est très durable, quel que soit le climat.) Au début, ce cuivre était brillant, mais il s'est couvert d'une mince couche protectrice après avoir été exposé à l'air, à la pluie et à la neige. Cette couche est devenue graduellement brun foncé, puis verte. Cette couche de protection naturelle est connue sous le nom de « vert-de-gris ».

Le cuivre est essentiel dans les panneaux solaires et le câblage des voitures électriques.

iStockphoto, Adobe Stock

Depuis plus de 5 000 ans, les peuples autochtones ont fabriqué des beaux objets utiles en cuivre. Des Mi'kma'ki jusqu'aux peuples du Grand Nord, en passant par ceux des Grands Lacs, ils ont créé par exemple des pointes de harpons, des couteaux et des bracelets. Des artisans talentueux des peuples de la côte du Pacifique martelaient du métal pour en faire des objets de grande valeur, notamment des boucliers décorés appelés des « cuivres ».



Cet ulu inuit (un type particulier de couteau) est doté d'une lame en cuivre.

Un alliage est un mélange de métaux purs fondus ensemble pour en faire un matériau plus solide ou plus utile. L'acier, le bronze et le laiton sont des exemples d'alliages. La soudure est un alliage fondu, utilisé pour assembler deux pièces de métal destinées à de nombreux usages, de l'électronique à la plomberie en passant par la bijouterie.

L'acier

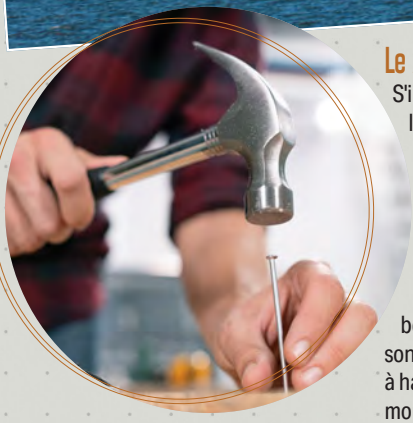
Ce métal est un mélange de fer, de carbone, de nickel et de chrome qui forme un **composé**. Il a été utilisé pendant plus de 2 000 ans en Chine, au Japon et en Grèce pour fabriquer par exemple des armes et des instruments agricoles. Vers la fin du 19e siècle, des innovations ont rendu l'acier plus solide et moins cher qu'avant. Il était donc possible de s'en servir pour construire des immeubles d'appartements en hauteur et des longs ponts. Il a aussi permis de réduire considérablement les prix des appareils ménagers comme les cuisinières, les laveuses, les sécheuses et les réfrigérateurs.

Tu sais ce qui serait beaucoup plus difficile sans l'acier? Manger! L'acier sert à fabriquer des ustensiles, des casseroles, des boîtes de conserve, de l'équipement agricole et beaucoup d'autres choses.

Derek Tan, Musée d'anthropologie de l'UBC, Vancouver, 13811, Adobe Stock

Les gens qui travaillent avec des métaux se rendent parfois dans des endroits intéressants. Les « funambules du ciel » mohawks (Kanien'kehá:ka) de la communauté de Kahnawake, au sud de Montréal, sont réputés pour leur capacité de travailler sur des poutres d'acier dans des chantiers de construction en hauteur. Grâce à cette compétence très spécialisée, ils ont contribué à la construction d'une bonne partie des structures les plus célèbres de la ville de New York.

Autrefois, les usines de fabrication d'acier étaient très polluantes. Les règles sont maintenant plus strictes et les technologies sont plus efficaces, ce qui réduit la pollution de l'air et de l'eau.



Le zinc

S'ils n'étaient pas recouverts d'une couche de zinc, le fer et l'acier rouilleraient. Ce procédé s'appelle la « galvanisation ». Les automobiles durent aujourd'hui deux fois plus longtemps parce qu'elles sont faites d'acier galvanisé. C'est particulièrement important dans un pays comme le Canada, où nous utilisons sur nos routes de grandes quantités de sel (aussi extrait de mines du Canada) qui causent de la rouille. On trouve partout aussi des vis et des clous galvanisés. Et beaucoup de petites pièces de construction et de machinerie sont faites de zinc ou d'alliages de zinc. Quand il est chauffé à haute température, le zinc fond et peut être versé dans des moules qui ont la forme des pièces à fabriquer.

Domaine public, iStockphoto

L'oxyde de zinc – un mélange de zinc et d'oxygène – est un ingrédient important dans beaucoup de crèmes solaires. Il aide à protéger la peau et même à prévenir le cancer en formant une barrière contre les rayons de soleil dangereux. Quand tu étais bébé, quelqu'un t'en a probablement étendu à l'endroit que tu devines pour prévenir l'irritation causée par les couches. L'oxyde de zinc aide aussi à guérir les blessures.

L'aluminium

Quand il est combiné à d'autres métaux, l'aluminium est solide et durable, et en même temps très léger. Il est donc parfait pour construire des avions et des automobiles. Les véhicules plus légers consomment moins de carburant et produisent donc moins de gaz à effet de serre. Tu peux aussi voir de l'aluminium dans des objets de tous les jours comme les canettes de boissons, le papier d'aluminium et les lignes électriques.

Nickel

Nos pièces de monnaie sont surtout faites de nickel. La pièce d'un dollar est couverte d'une couche de bronze. Le centre de la pièce de deux dollars contient surtout du cuivre, avec de l'aluminium et un peu de nickel. L'anneau qui l'entoure est entièrement en nickel.

Le titane

Le titane tire son nom des Titans, les plus anciens dieux grecs qui étaient extrêmement forts. Il n'est donc pas étonnant que ce métal soit extrêmement solide, en plus d'être très dur et léger. Il est utilisé surtout pour construire des avions et des engins spatiaux comme les satellites de communication, mais on en trouve également dans l'équipement médical et les ordinateurs. Il est souvent utilisé aussi pour remplacer les os usés dans des articulations comme les hanches et les genoux. Le titane se combine bien aux muscles humains, et les bactéries ne peuvent pas s'y accrocher.

Shutterstock, iStockphoto, Adobe Stock

Les téléphones portables contiennent de nombreux métaux rares comme le cérium, le lanthane et le terbium.

Les éléments des terres rares

Ces 17 métaux ne sont pas rares, mais ils se trouvent en petites quantités et sont souvent mélangés à d'autres minéraux. C'est pourquoi il est difficile et coûteux de les extraire des minerais, mais ils deviennent quand même de plus en plus importants. Les éléments des terres rares sont utilisés surtout pour fabriquer des aimants conçus exprès pour les téléphones cellulaires, les ordinateurs, l'équipement médical, les véhicules électriques et à essence, et du matériel technique de toutes sortes. Ils sont nécessaires aussi pour les éoliennes qui permettent de créer une électricité plus verte, ainsi que pour les batteries rechargeables.

Les premières tentatives pour récupérer les éléments des terres rares causaient beaucoup de pollution. Il existe aujourd'hui des règles environnementales strictes concernant le traitement des minéraux afin de réduire le plus possible les effets sur l'environnement. Il sera important de continuer d'appliquer ces règles pour les minéraux et les métaux dont nous aurons besoin pour l'avenir.

SOUS TES PIEDS

Yukon
Cuivre, or, argent, tungstène

Territoires du Nord-Ouest
Bismuth, cobalt, cuivre, éléments des terres rares

Nunavut
Or, fer, nickel, cuivre, cobalt, métaux du groupe du platine

Colombie-Britannique
Aluminium, bismuth, cobalt, cuivre, or, indium, plomb, molybdène, zinc, éléments des terres rares

Alberta
Cobalt, lithium, nickel, titane

Saskatchewan
Cuivre, or, hélium, potasse, uranium

Manitoba
Cobalt, cuivre, or, nickel, zinc

iStockphoto

Peu importe où tu te trouves au Canada, il y a probablement des métaux et des minéraux qui sont prospectés, extraits des mines ou transformés non loin de là. En voici seulement quelques-uns.

Terre-Neuve-et-Labrador
Cobalt, fer, or, nickel, fluorite, antimoine

Québec
Aluminium, cuivre, or, fer, lithium, nickel, niobium, métaux du groupe du platine, éléments des terres rares, scandium, titane, zinc

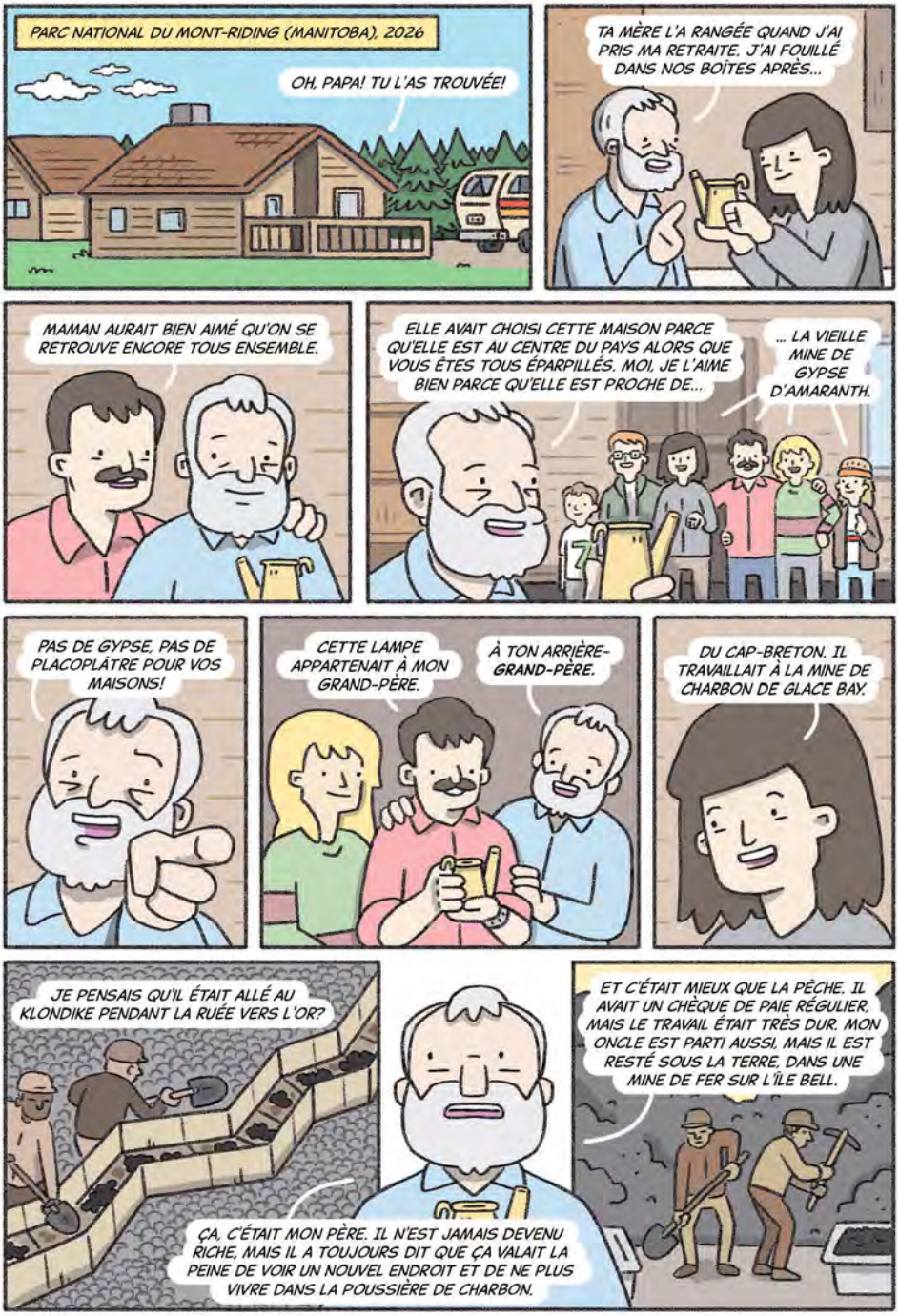
Ontario
Chrome, cobalt, cuivre, or, graphite, nickel, palladium, métaux du groupe du platine, uranium, zinc

Nouveau-Brunswick
Cuivre, or, graphite, plomb, étain, tungstène, zinc

Nouvelle-Écosse
Gallium, or, gypse, plomb, étain, tungstène

AU FIL DES ANNÉES

Illustrations de Ryan Harby



À TERRE-NEUVE?
OUAIS. UN TRAVAIL DIFFICILE, DES HOMMES COURAGEUX. LE FER ÉTAIT ENVOYÉ À SYDNEY POUR Y ÊTRE TRAITÉ. ALORS MON ONCLE EST RESTÉ CONNECTÉ AU CAP-BRETON, D'UNE CERTAINE FAÇON.

EST-CE QUE TOUS LES GENS DE LA FAMILLE SONT DES MINEURS?
PRESQUE.

EXCUSEZ-MOI, MAIS IL Y A AUSSI DES PROSPECTEURS – DES GENS QUI TROUVENT LES MINERAIS QUE LES MINEURS VONT EXTRAIRE DU SOL.
ET DES INGÉNIEURS! QUELQU'UN DOIT DÉCIDER CE QU'IL FAUT FAIRE AVEC CE QU'ON TROUVE.

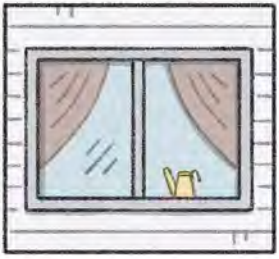
ET LA LAMPE?
ELLE EST DANS LA FAMILLE DEPUIS AU MOINS UN SIÈCLE.
ELLE A VU BIEN DES CHOSES.

ON ÉTAIT AU QUÉBEC PENDANT LA GRÈVE DE 1949. J'ÉTAIS ENCORE TOUT JEUNE, DANS L'ENTREPRISE DEPUIS PAS LONGTEMPS. JE N'AVAIS AUCUNE IDÉE DU DANGER QUE REPRÉSENTAIENT LES FIBRES D'AMIANTE QUI ÉTAIENT EXTRAITES DES MINES. JE PENSAIS QUE LES MINEURS VOULAIENT SIMPLEMENT PLUS D'ARGENT ET QU'ILS FAISAIENT LA GRÈVE POUR UNE AUGMENTATION DE SALAIRE D'UN DOLLAR DE L'HEURE. LES PROPRIÉTAIRES ONT FAIT VENIR DES GENS POUR LES REMPLACER. LES TRAVAILLEURS ONT PROTESTÉ, ET ILS ONT ÉTÉ TABASSÉS PAR LA POLICE. PERSONNE N'A GAGNÉ, MAIS LE MONDE ENTIER A APPRIS LES DANGERS DE L'AMIANTE.
SCABS

C'EST POUR ÇA QUE VOUS ÊTES ALLÉS ENSUITE EN ONTARIO?
C'ÉTAIT SURTOUT POUR TRAVAILLER À KIDD CREEK, PRÈS DE TIMMINS. DANS LA MINE DE CUIVRE ET DE ZINC LA PLUS PROFONDE AU MONDE.

TU TE SOUVIENS DE NOTRE MAISON LÀ-BAS?

ELLES SE RESSEMBLAIENT TOUTES – TYPIQUES DES VILLES INDUSTRIELLES. AVEC DU PAREMENT BLANC, UNE GRANDE COUR. MAIS LA NÔTRE ÉTAIT LA SEULE AVEC UNE PORTE ROUGE. MAMAN AVAIT VOULU LA RENDRE DIFFÉRENTE – SPÉCIALE.



C'ÉTAIT AMUSANT DE GRANDIR AVEC TOUT PLEIN D'ENFANTS DANS NOTRE RUE. BEAUCOUP SE SONT RETROUVÉS À SUDBURY, À L'EMPLOI D'INCO.

C'ÉTAIT LÀ, LA GRANDE CHEMINÉE? ÇA DEVAIT POLLUER TOUS LES ENVIRONS, NON?

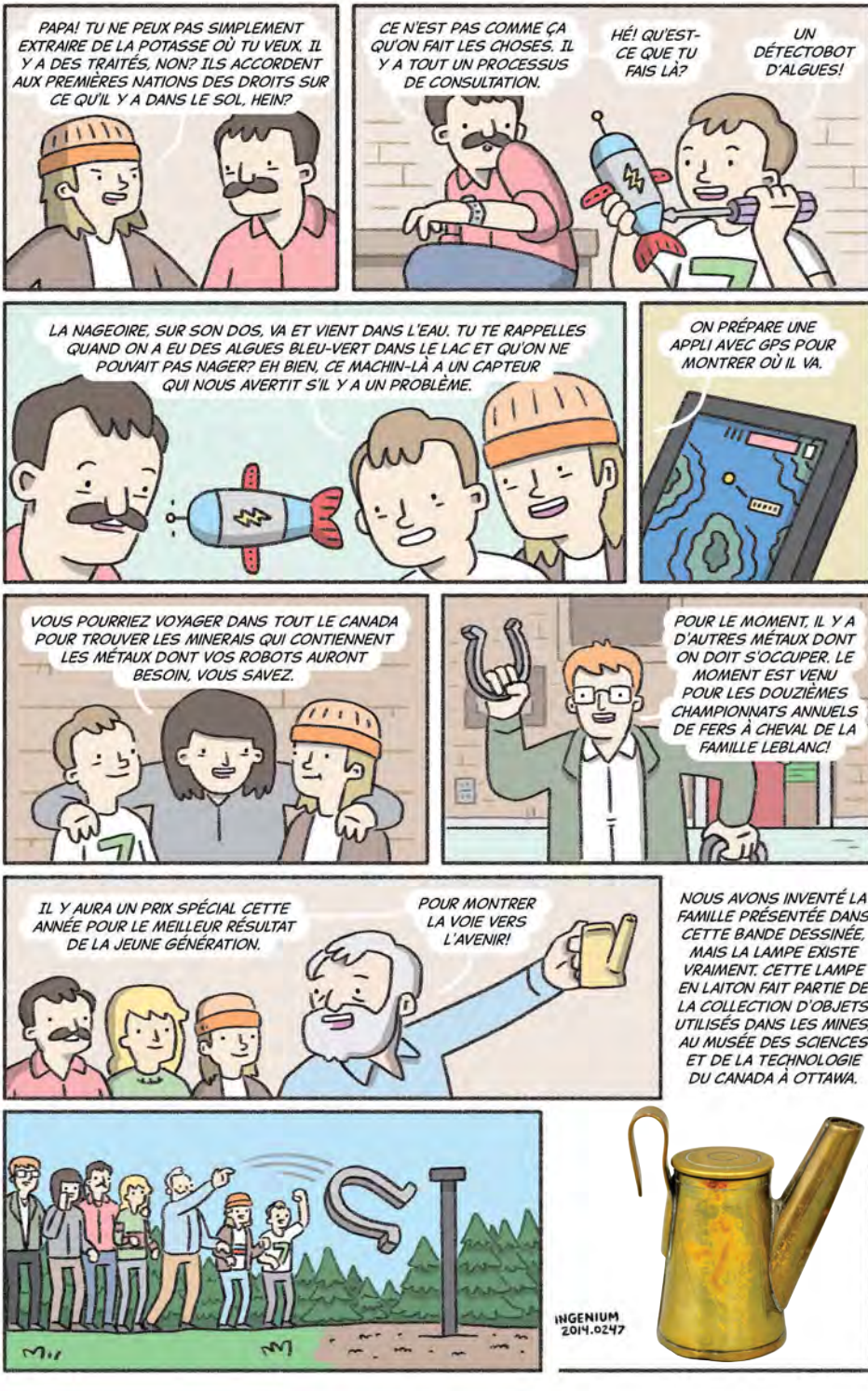
QUAND ON ÉTAIT PETITS, IL N'Y AVAIT PAS GRAND-CHOSE QUI POUSSAIT LÀ ET LE PAYSAGE RUDE FAISAIT PENSER À LA LUNE. ON SORTAIT SOUVENT LE SOIR POUR VOIR LES TONNES DE SCORIES ROUGE VIF DÉVERSÉES DANS LES WAGONS DE TRAINS – LES DÉCHETS QUI RÉSULTAIENT DU RAFFINEMENT DU NICKEL.

LA POLLUTION DE L'AIR CAUSAIT DES PLUIES ACIDES. ELLE TUAIT LES ARBRES ET TOUT CE QU'IL Y AVAIT DANS LES LACS. LA SUPERSTACK A ÉTÉ LA PLUS HAUTE CHEMINÉE DU MONDE PENDANT UN CERTAIN TEMPS. MAIS LA POLLUTION ÉTAIT SIMPLEMENT POUSSÉE PLUS HAUT ET ELLE SE RÉPANDAIT PLUS LOIN. DES SCIENTIFIQUES DE L'ENTREPRISE ONT FINALEMENT TROUVÉ UN MOYEN DE RÉDUIRE CONSIDÉRABLEMENT LES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE QUI CAUSAIENT LES PLUIES ACIDES. ET TOUT A REVERDI.

TA TANTE A FAIT TELLEMENT DU BON TRAVAIL POUR AIDER À RÉDUIRE LA POLLUTION À SUDBURY QU'ELLE A ÉTÉ EMBAUCHÉE À LA MINE DE TUNGSTÈNE DANS LES TERRITOIRES DU NORD-OUEST.

IL FALLAIT QUELQU'UN POUR QUE L'EAU RESTE PROPRE.

ET QUELQU'UN POUR AIDER À PRODUIRE DES ENGRAIS POUR LES AGRICULTEURS. C'EST COMME ÇA QU'ON S'EST RETROUVÉS À MOOSE JAW – POUR LA POTASSE!


PAPA! TU NE PEUX PAS SIMPLEMENT EXTRAIRE DE LA POTASSE OÙ TU VEUX. IL Y A DES TRAITÉS, NON? ILS ACCORDENT AUX PREMIÈRES NATIONS DES DROITS SUR CE QU'IL Y A DANS LE SOL, HEIN?
CE N'EST PAS COMME ÇA QU'ON FAIT LES CHOSES. IL Y A TOUT UN PROCESSUS DE CONSULTATION.
HÉ! QU'EST-CE QUE TU FAIS LÀ?
UN DÉTECTOBOT D'ALGUES!
LA NAGEOIRE, SUR SON DOS, VA ET VIENT DANS L'EAU. TU TE RAPPELLES QUAND ON A EU DES ALGUES BLEU-VERT DANS LE LAC ET QU'ON NE POUVAIT PAS NAGER? EH BIEN, CE MACHIN-LÀ A UN CAPTEUR QUI NOUS AVERTIT S'IL Y A UN PROBLÈME.
ON PRÉPARE UNE APPLI AVEC GPS POUR MONTRER OÙ IL VA.
VOUS POURRIEZ VOYAGER DANS TOUT LE CANADA POUR TROUVER LES MINERAIS QUI CONTIENNENT LES MÉTAUX DONT VOS ROBOTS AURONT BESOIN, VOUS SAVEZ.
POUR LE MOMENT, IL Y A D'AUTRES MÉTAUX DONT ON DOIT S'OCCUPER. LE MOMENT EST VENU POUR LES DOUZIÈMES CHAMPIONNATS ANNUELS DE FERS À CHEVAL DE LA FAMILLE LEBLANC!
IL Y AURA UN PRIX SPÉCIAL CETTE ANNÉE POUR LE MEILLEUR RÉSULTAT DE LA JEUNE GÉNÉRATION.
POUR MONTRER LA VOIE VERS L'AVENIR!
NOUS AVONS INVENTÉ LA FAMILLE PRÉSENTÉE DANS CETTE BANDE DESSINÉE, MAIS LA LAMPE EXISTE VRAIMENT. CETTE LAMPE EN LAITON FAIT PARTIE DE LA COLLECTION D'OBJETS UTILISÉS DANS LES MINES, AU MUSÉE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE DU CANADA À OTTAWA.
INGENIUM 2014.0247

TROUVE TA PLACE

Que ce soit pour chercher des minéraux, pour protéger l'environnement, pour traiter les métaux ou pour bien d'autres tâches, il y a toutes sortes de carrières à choisir.

Indira V. Samarasekera, présidente émérite, Université de l'Alberta; Ordre du Canada
« J'ai été fascinée par le génie de la métallurgie, et surtout par les modes de traitement des métaux, après avoir obtenu mon diplôme de premier cycle en génie mécanique. Le traitement des métaux m'a valu une carrière formidable. C'était excitant d'être debout dans une aciérie, à observer la poche remplie d'acier à 1 600°C et toute la chimie nécessaire pour produire un acier de qualité parfaite. »

Leo W. Gerard, syndicaliste
Leo Gerard a suivi les traces de son père à 18 ans en se joignant à la section locale 6500 des Métallos chez Inco, à Sudbury. Après avoir été un leader national de ce syndicat, il en est devenu le président international. Il a contribué à améliorer la santé et la sécurité au travail, l'égalité des genres, les droits des travailleurs, les salaires et les pensions tout en travaillant pour la solidarité mondiale, le commerce équitable et la justice sociale.

Taryn Roske, opératrice de JBS III, opération Cameco de Cigar Lake, Saskatchewan
« La meilleure chose que tu puisses faire pour toi-même pendant ta carrière, c'est de faire ta propre promotion. Personne à part toi ne sait de quoi tu es capable! » Taryn Roske utilise de l'équipement contrôlé à distance qui utilise des jets d'eau à haute pression dans les mines, ce qu'on appelle un système de forage à jet (JBS en anglais).

Boyd Davis, directeur, Kingston Process Metallurgy Inc.
« J'ai toujours été fasciné par le fait que l'univers repose sur une centaine d'éléments. Améliorer le monde avec des procédés métallurgiques, c'est un défi très difficile, mais ce n'est jamais ennuyeux. Sans les métaux, on serait encore à l'âge de pierre! »

Photos offertes par les participants

Roussos Dimitrakopoulos, professeur de génie des mines, Université McGill

« Puisque j'ai grandi près de mines anciennes en Grèce, l'étude des minéraux et l'exploration du monde sont devenues mes passions, ce qui m'a amené au Canada où je suis devenu ingénieur minier. Avec mes étudiants et les réseaux internationaux, nous réglons des vrais problèmes et nous contribuons à augmenter la production minière de façon sécuritaire et efficace tout en assurant sa durabilité, et en répondant à la nécessité d'avoir plus de métaux pour construire des maisons et des écoles, pour avoir de l'énergie verte et bien plus. J'en suis fier! »

Farzaneh Sadri, professeure adjointe, Robert M. Buchan Department of Mining, Université Queen's

« J'aime la chimie, la science et les casse-tête depuis mon enfance, et maintenant je peux faire ça tous les jours! Je fais de la recherche et de l'enseignement sur des méthodes plus propres et plus efficaces pour extraire des métaux purs des roches. Ces métaux permettent de fabriquer des choses comme les téléphones, les batteries et les autos. J'adore mon travail parce que j'ai chaque jour l'impression de réussir un nouveau casse-tête. Si tu aimes poser des questions, faire des expériences et découvrir comment les choses fonctionnent, tu peux faire ça toi aussi! »

Droit d'auteur © 2026 Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole

Tous droits réservés. Cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système de récupération ou transmise, en tout ou en partie, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de l'éditeur.

Coéditeurs : Rebecca Dolgoy, Engin Özberk

Directrice artistique : Leigh McKenzie

Rédactrice : Nancy Payne

Illustratrice : Arden Taylor

Bande dessinée : Ryan Harby

Relectrice : Danielle Chartier

Traductrice : Marie-Josée Brière

Conceptrice de production : Olivia Guay

ISBN 978-1-926872-64-3 (version imprimée)

ISBN 978-1-926872-65-0 (version numérique)

Imprimé au Canada

FSC
www.fsc.org
MIXTE
Papier | Pour une gestion forestière responsable
FSC® C011825

Pour en savoir plus

Comité permanent de la métallurgie historique de MetSoc

Engin Özberk, FCIM
Rebecca Dolgoy, PhD
Sam Marcuson, PhD
John Goode, FCIM, P.Eng
Konstantina Chalastara, PhD, P.Eng
Monica Nasmyth, MSc
Abigail Sequeira, P.Eng, PMP
Murray Pearson, P.Eng
William W. Culver, Prof.
Laurie-Anne Méthot, étudiante MBA

Autres conseillers

Lachlan MacKinnon, Prof. (Histoire)
Robin Gendron, Prof. (Histoire)
Lenore Marcuson, (Enseignante)
Patrick Ecobichon, (Assistant juridique)

MetSoc

MÉTAUX CACHÉS

Il y a toutes sortes d'objets métalliques de tous les jours dans la bande dessinée « Au fil des années » et sur la page couverture. Combien peux-tu en trouver?

Retourne dans le reste du magazine. Combien d'objets en métal peux-tu trouver en tout?

Nous en avons repéré au moins 85.

ÉVOLUTION MINIÈRE

Bâtis un avenir vert pour le Canada grâce à une exploitation minière moderne en jouant à Évolution Minière, un jeu gratuit créé par Science Nord. Collectionne des trésors de la terre dans tout le Canada pour développer des nouvelles technologies et construire la plus moderne des mines.

Science Nord, à Sudbury (Ont.), est un très bon endroit à visiter pour t'informer sur les mines, les minéraux, les métaux et toutes sortes d'autres sujets liés à la science.

SCIENCE NORTH SCIENCE NORD

MERCI AUX COMMANDITAIRES DES MERVEILLEUX MÉTAUX

Commanditaires exceptionnels

MetSoc de l'ICM
Glencore Canada
Joël Kapusta

Commanditaires

Hatch
SGS Canada
Section Hydrométallurgie de MetSoc

Amis

SRK Consulting
Woodgrove Technologies
Christopher W. Bale
Mansoor Barati Sedeh
Boyd Davis
George Demopoulos
Chris Fleming
Roki Fukuzowa
John Goode
Roderick I. L. Guthrie
Hani Henein
Phillip Mackey
Sam Marcuson
Monica Nasmyth
Engin Özberk
Murray Pearson
Arthur James Plumpton
Michel Rigaud
Indira Samarasekera
Nathan Stubina
Zhenghe Xu