



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

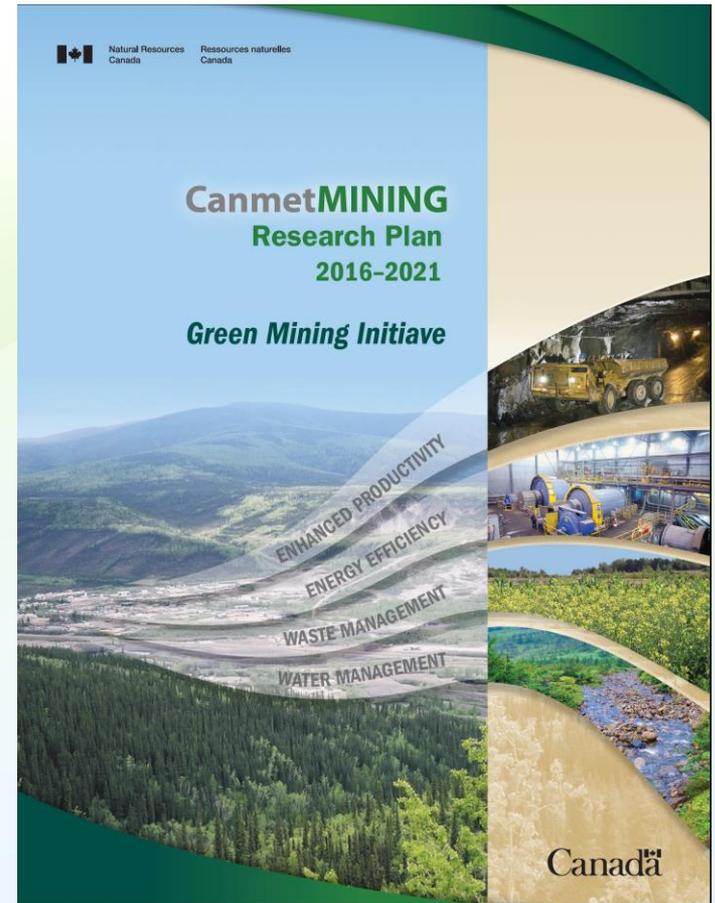
CCIMV – 17 décembre 2019

# Innovation en matière d'exploitation minière écologique

Janice Zinck et l'équipe



- Nouvelles réalisations selon le plan de recherche
  - Au cours des 6 derniers mois
- Nouveaux domaines et programmes de recherche
  - Valorisation des résidus miniers
  - Exploitation minière in situ et en profondeur
  - Minéraux essentiels
  - Produits chimiques pour les batteries
- Nouvelles initiatives



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Efficacité énergétique

Élaboration de technologies visant à réduire la consommation d'énergie dans le secteur des mines et des usines de concentration

- Flottation des particules grossières
  - Augmentation de revenu de 12,5 M\$ (US)/année
  - Augmentation de 3 % de la récupération du cuivre
- Capteur 3D – Mesure de la distribution granulométrique
  - Brevet accordé
  - Technologie brevetée



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

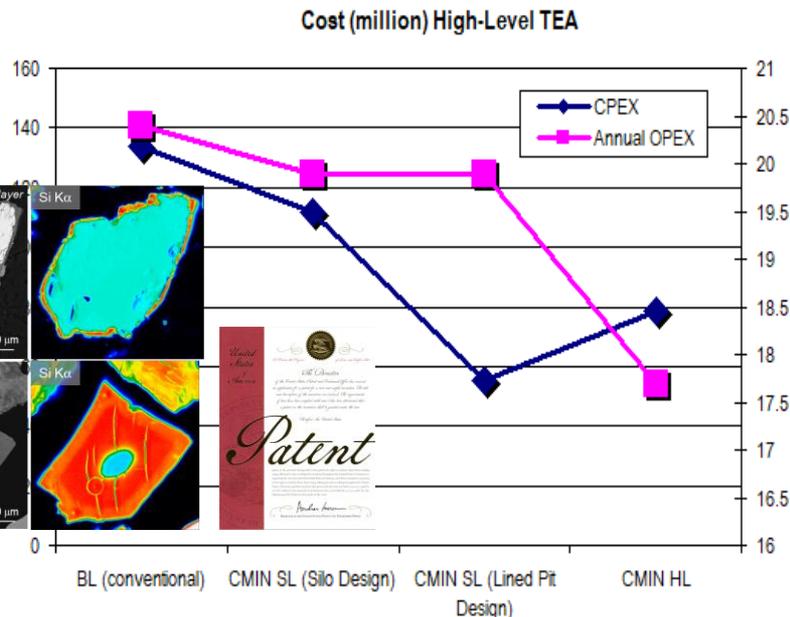
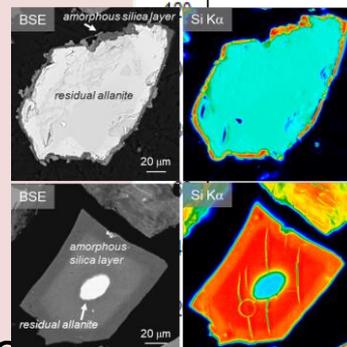
Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Productivité accrue

## Éléments du groupe des terres rares

- Optimisation de la décomposition des ÉTR du silicate (mécanismes)
  - Réduction radicale de la température de décomposition
- Solutions de remplacement de la cuisson à l'acide classique
  - Trempage dans l'acide
- Extraction par fluide supercritique
- Réduction importante des dépenses d'investissement et d'exploitation



# Gestion des résidus

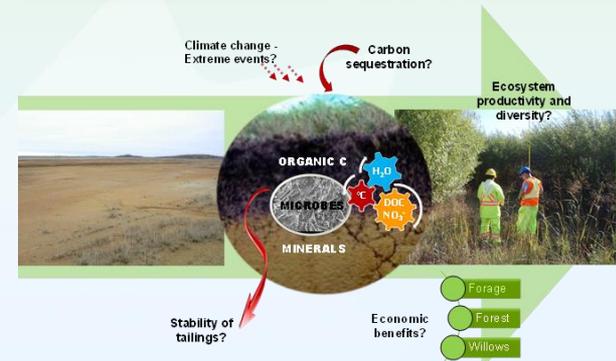
## Pratiques exemplaires pour la gestion des résidus

### Retraitement et transformation des résidus

- Expériences préliminaires IX pour la récupération des métaux après la biolixiviation des résidus de pyrrhotite (Ni, Co, ÉGP)
- Lixiviant régénéré et sous-production de gypse propre, après récupération de l'or de résidus historiques
- Désulfuration (90 %) par oxydation biologique

### Gestion et valorisation des résidus

- Effet de la lixiviation acide organique (résidus oxydés)
- Effets du phosphate, des nitrates et du carbone organique
- Achèvement du métacodage à barre (génomique)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Gestion de l'eau

## Élaborer des techniques permettant de réduire les risques pour le milieu aquatique

- Reconstitution de l'équipe de gestion de l'eau, embauche de nouveaux employés, modernisation des installations
- Recyclage de l'eau à la hausse ~ 500 k\$ de métaux payants (Ni/Cu) récupérables dans le trop-plein de l'épaississeur
- Signature des projets financés par le PAST - Croissance propre
  - Essai pilote d'un procédé propre de réutilisation de l'azote pour la dissolution des métaux précieux (COREM)
  - Technologies plasma à pression atmosphérique pour éliminer les cyanures (Université Laval, COREM)
  - Évaluation de l'électrocoagulation pour la récupération et la réutilisation de l'eau (E2Mertix)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada



## Programme de valorisation des résidus miniers

- La CMEM a demandé l'expansion du programme
- Harmonisation avec les projets d'assainissement des mines abandonnées et l'économie circulaire
- Nouveaux projets de croissance propre, financement de MagOne – Mg provenant des résidus d'amiante, résidus de Cu à Whitehorse
- Discussions sur les définitions des ressources et des réserves
- Incitatifs fiscaux, réglementaires et stratégiques
- Inventaire des résidus aux fins de retraitement
- Feuille de route du programme
- Établissement d'un comité directeur



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Avancement du programme sur les minéraux essentiels

- Le Canada a fait beaucoup de progrès depuis le début du programme – sur le plan du dialogue, des technologies et des politiques
- Participation active au groupe de travail sur les minéraux essentiels, plan d'action mixte Canada-États-Unis et avec d'autres pays alliés
- RNCan joue un rôle central de chef de file dans le dialogue sur les minéraux essentiels à l'échelle provinciale, nationale et internationale
- Les avancées dans le domaine du traitement doivent aller de pair avec l'établissement d'une chaîne de valeur pour les aimants permanents à l'extérieur de la Chine
- Il reste à définir le rôle du Canada dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

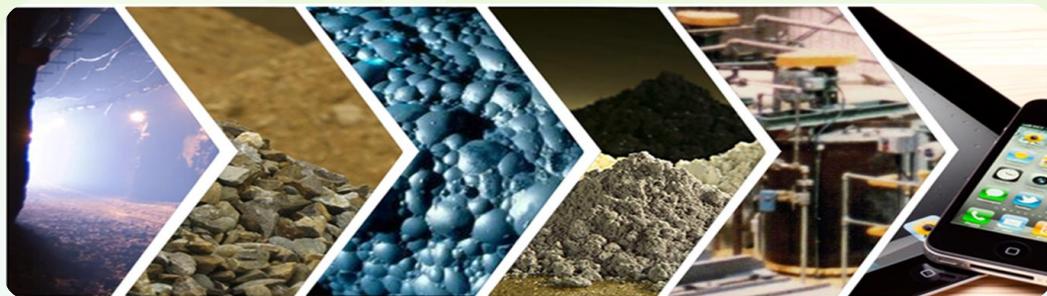
Ressources naturelles  
Canada

Canada

# R et D intégrée sur les minéraux essentiels



- R et D guidée par l'industrie, guidée par la chaîne d'approvisionnement
- Remédier aux lacunes dans la R et D pour mettre sur le marché ces ressources très prisées
- Nouvelles technologies pour « réduire les risques » associés aux défis techniques de l'industrie
- Miser sur les réseaux de collaboration établis pour faire progresser la R et D



Programme de  
R et D - ÉTR

Programme de  
R et D - Chromite

Valorisation des  
résidus miniers

Métaux pour  
les batteries

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2019



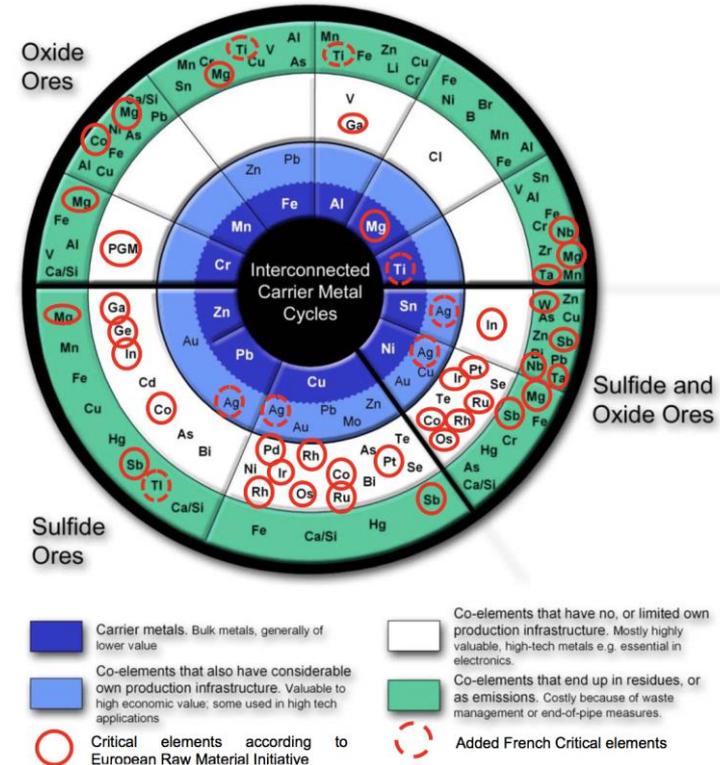
Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Minéraux essentiels – Sources secondaires

- Éléments des terres rares
  - Résidus (U, charbon, sables bitumineux), boues, boue rouge, cendre de charbon...
  - 600 000 tonnes d'ÉTR
- Vanadium – coke de pétrole
- ÉGP, cobalt provenant des résidus de pyrrhotite
- Résidus de tungstène
- Magnésium – amiante
- Inventaire incomplet
- Pas d'exploitation minière, traitement minimal



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Possibilité pour le Canada en matière de chaîne d'approvisionnement pour les batteries

## Métaux actuels



Lithium



Cobalt



Nickel



Graphite



Manganèse

## Métaux futurs



Lithium



Graphène



Vanadium



Magnésium



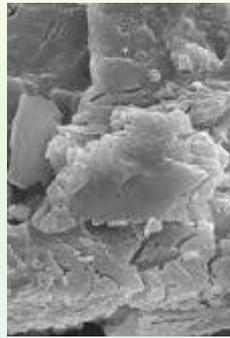
Sodium

# Programme de R et D sur les batteries – CanmetMINES



## Sources :

Sources classiques,  
nouvelles et  
secondaires



## Minéraux :

Caractérisation,  
géométallurgie



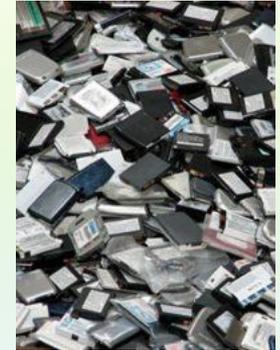
## Valorisation :

Enrichissement,  
séparation physique  
par flottation



## Produits chimiques pour les batteries :

Hydrométallurgie,  
pyrométallurgie,  
électrométallurgie



## Recyclage :

Métallurgie

Gestion de l'environnement, méthodes, essais et certification

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



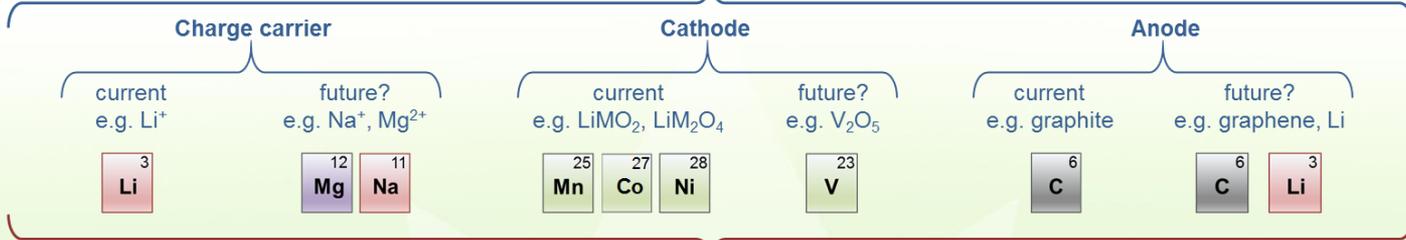
Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

Environment Canada, Health Canada  
(environmental, impact, health concerns along the supply chain)

Clean energy → Energy storage (battery) → Material research



EME, NRC  
(energy storage)



LMS  
(CamethMINING)

Integration

LMS  
(GSC)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada



# Exploitation minière in situ et en profondeur

- Les dépôts les plus complexes exigent des approches nouvelles
- Augmentation des coûts et pressions sur l'environnement
- Accent mis sur les domaines émergents suivants :
  - Exploitation minière continue
  - Rupture mécanique de la roche assistée par micro-ondes
  - Récupération in situ des minerais de roche dure au Canada
    - Recherche sur la fragmentation



Source : Sudeep Pasricha/Colorado State University  
CC BY-NC



Exploitation in situ dans le champ d'uranium  
Beverly. ©Heathgate Resource

# Nouvelles initiatives

Camp sur le terrain axé sur les sciences et les politiques

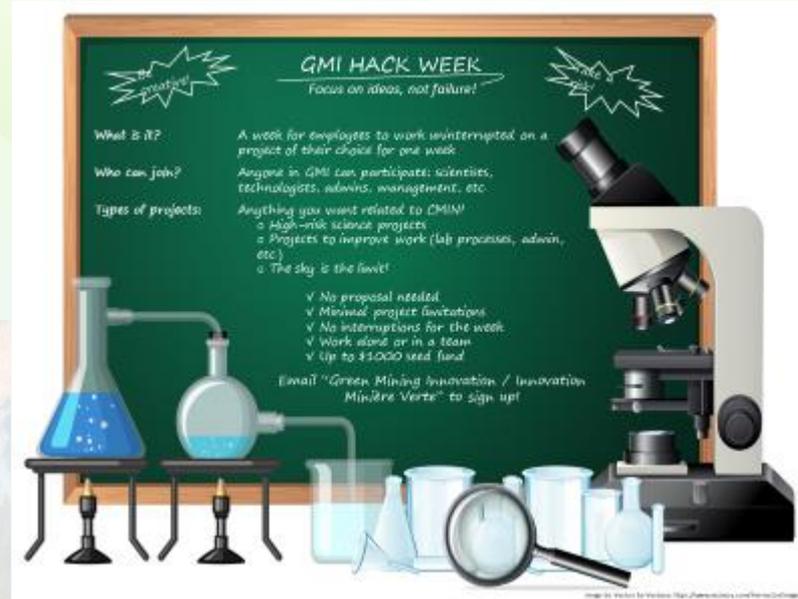


Looking to restart your STEM\* career?

Apply to the Diversity in STEM Re-entry Program

REQUIREMENTS:

- Bachelor of Science or Engineering
- Women and/or Indigenous applicants
- 5 years outside of the STEM field



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Prochaines étapes

- Plusieurs programmes stimulants et passionnants à l'horizon
- Il s'agit de poursuivre les efforts de collaboration en vue d'atteindre le succès
- Accent mis sur l'avancement de nos processus et de nos technologies sur le plan de la maturité technologique (échelle NMT) grâce à des partenariats, des projets pilotes et des démonstrations
- Bienvenue à tous ceux qui souhaitent collaborer



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# Discussion

MERCI

Janice Zinck, directrice, IMV  
[janice.zinck@canada.ca](mailto:janice.zinck@canada.ca)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada