



Atelier sur l'innovation minière verte (IMV)

Rapport sommaire des séances en petits groupes de l'atelier du

13 décembre 2018

DATE DE PRÉSENTATION :

23 janvier 2019

PRÉSENTÉ À :

Dr. Magdi Habib, Directeur général
Laura Rostas, conseillère principale
Secteur des terres et des minéraux, CanmetMINES
Ressources naturelles Canada (RNCan)
laura.rostas@canada.ca

PRÉPARÉ PAR :

Stratos inc.
1, rue Nicholas, bureau 1404
Ottawa (Ontario)
K1N 7B7
Tél. : 613-241-1001
Télécopieur : 613-241-4758
www.stratos-sts.com

Notre vision

Une planète en santé. Des collectivités engagées. Une économie durable.

Notre mission

Nous travaillons en collaboration avec les gouvernements, entreprises et sociétés civiles afin de relever des défis complexes en matière de gestion et de durabilité des ressources naturelles.

Stratos mène ses activités de façon durable sur le plan environnemental et social, de façon à contribuer au mieux-être de ses clients, de ses employés et des collectivités où elle travaille. Pour démontrer cet engagement, la société a mis en place un programme de responsabilité sociale d'entreprise. Pour en savoir plus sur nos engagements et initiatives, veuillez consulter notre page Web (en anglais seulement) : www.stratos-sts.com/about/



Nous vous invitons à imprimer sur du papier recyclé.
Stratos utilise du papier 100 % recyclé post-consommation.



Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. NOUVELLES FRONTIÈRES : RÉSUMÉ DES DISCUSSIONS EN PETITS GROUPES.....	5
2.1 Transformation numérique.....	5
2.2 Économie circulaire.....	7
2.3 Exploitation des mines souterraines profondes.....	9
2.4 Autres nouvelles frontières	12
3. IMPACT DE CANMETMINES : DISCUSSION EN PETITS GROUPES	13
3.1 Pouvez-vous observer l'incidence des travaux de CanmetMINES sur votre organisation?.....	13
3.2 À votre avis, sur quels aspects CanmetMINES devrait-il en faire davantage?.....	14
3.3 À votre avis, sur quels aspects CanmetMINES devrait-il en faire moins?	15
3.4 Comment CanmetMINES pourrait-il s'y prendre pour accroître l'adoption de ses technologies?	15
3.5 Y a-t-il des initiatives dans lesquelles vous êtes impliqué ou que vous connaissez qui, selon vous, pourraient bénéficier de la participation de CanmetMINES?	16
4. CONCLUSION	17
ANNEXE 1 : PROGRAMME DU PARTICIPANT	18
ANNEXE 2 : INFOGRAPHIES DE L'ATELIER	19

Résumé

Le 13 décembre 2018, CanmetMINES a organisé un atelier auquel participaient des membres du Comité consultatif sur l'innovation minière verte (IMV) et d'autres intervenants. Les objectifs de l'atelier étaient les suivants :

- Examiner les progrès réalisés à mi-chemin du plan de recherche quinquennal de CanmetMINES, obtenir des commentaires sur les recherches futures et sur la façon d'en accroître l'impact;
- Obtenir les points de vue des participants pour éclairer la réflexion à moyen terme sur l'approche du Canada à l'égard de l'exploitation minière verte.

Pour guider la planification à moyen terme de CanmetMINES, on a demandé aux participants d'indiquer quelles étaient pour eux les « nouvelles frontières » les plus importantes pour le Canada au cours des 10 prochaines années, en particulier en ce qui concerne la transformation numérique, l'économie circulaire et l'exploitation des mines souterraines profondes. Dans chacun de ces domaines, les participants ont présenté ce que pourrait ressembler l'avenir de l'exploitation minière, quels sont les domaines d'innovation les plus intéressants, qui sont les chefs de file actuels, et dans quoi la recherche, le développement et l'innovation sont les plus nécessaires. Les participants considéraient les rôles potentiels du gouvernement (et plus particulièrement de CanmetMINES et de Ressources naturelles Canada) comme suit :

Rôles du gouvernement à l'appui de la transformation numérique

- Nous n'avons pas besoin de recherches supplémentaires dans ce domaine, mais d'une intégration des systèmes;
- Apporter du soutien, collaborer et valider le travail sur les capteurs, particulièrement en ce qui concerne la qualité des résidus. CanmetMINES peut aussi aider à déterminer ce qui doit être mesuré et comment;
- Cerner les engorgements dans le processus de délivrance de permis et de demande et y remédier;
- Faire preuve de leadership en collaboration et en partenariat avec les gouvernements autochtones;
- Définir et suivre l'évolution des progrès internationaux dans ce domaine. L'analyse comparative n'est pas utile, car ce domaine évolue trop rapidement; toutefois, le gouvernement pourrait diffuser de l'information sur les nouveaux développements et les pratiques exemplaires (p. ex., base de données sur les pratiques exemplaires);
- Aider à démontrer ce qui peut être fait avec les données, comment elles peuvent être utiles et comment elles peuvent ajouter de la valeur;
- Envisager d'intégrer un « champ de transformation numérique » pour chaque nouveau projet.

Rôles du gouvernement à l'appui de l'économie circulaire

- Fournir des critères de référence de bonne qualité du rendement environnemental (pratiques exemplaires, paramètres) pour permettre aux sociétés minières de se comparer et de démontrer des améliorations du rendement;
- L'état futur souhaité propose des produits de marque, traçables et « produits de façon responsable ». Appuyer l'élaboration de normes d'approvisionnement responsable et expliquer comment les entreprises canadiennes sont bien placées pour respecter ces normes.

Rôles du gouvernement à l'appui de l'exploitation des mines souterraines profondes

- Soutenir l'image de marque, le marketing et la promotion du Canada en tant que centre d'expertise dans le domaine de l'exploitation des mines souterraines profondes sécuritaire, en reconnaissant que nous sommes déjà un chef de file mondial dans ce domaine;
- Favoriser une meilleure collaboration et coordination entre le gouvernement, les universités et l'industrie, notamment par le biais de partenariats et de financement;
- Réviser les exigences des politiques et des règlements pour tenir compte des réalités de l'exploitation des mines souterraines profondes (p. ex., la ventilation et la qualité de l'air);
- Soutenir l'atténuation des risques liés aux technologies en multipliant les possibilités de démonstration, de mise à l'essai et de tests (p. ex., levage hydraulique, qui existe depuis un certain temps mais qui n'a pas été vraiment adopté).
- Étudier et élaborer des méthodes d'exploration « souterraine » (c.- à- d. comment trouver des gisements profonds de la surface, et pas seulement en agrandissant la mine existante).

L'impact de CanmetMINES

Les participants ont indiqué qu'au cours des quatre dernières années, CanmetMINES s'est réinventé et s'est revitalisé. On a fait remarquer que l'organisme collabore maintenant avec un groupe plus large d'intervenants, communique mieux avec l'industrie et communique le message du Canada à l'étranger, attire les meilleurs talents parmi les nouveaux employés et fournit un répertoire d'expertise, y compris en ce qui concerne la recherche sur la ventilation, les câbles artificiels et le chrome. Plus précisément, les participants ont fait remarquer ceci :

- La collaboration avec CanmetMINES a rehaussé le profil des organisations participantes et aidé les participants à devenir des partenaires en innovation;
- Des experts techniques de CanmetMINES ont fourni une supervision et des conseils;
- Certains projets et conférences ont mené à la création de nouvelles relations et de nouvelles possibilités de collaboration;
- La collaboration avec les universités s'est améliorée.

Occasions d'accroître l'impact de CanmetMINES

Lorsqu'on leur a demandé comment CanmetMINES pourrait accroître son impact, les participants ont formulé les suggestions suivantes :

- **Aligner le mandat de CanmetMINES** sur le reste des participants à l'écosystème des minéraux et des métaux pour s'assurer qu'ils sont sur la bonne voie, continuer de mieux faire connaître qui fait quoi pour éviter le dédoublement et veiller à ce qu'il y ait une demande de l'industrie et une analyse de rentabilisation claire pour chaque projet.
- **Améliorer la communication** et la sensibilisation dans les médias sociaux, y compris au sujet de la marque du Canada, de la collaboration avec l'industrie, de la R et D, des projets de démonstration.
- **Améliorer la visibilité** de la technologie mise au point au Canada et de l'image de marque « Fabriqué au Canada », notamment par des messages et un financement plus uniformes pour appuyer l'image de marque et la promotion; on pourrait également promouvoir les technologies canadiennes dans les projets du gouvernement fédéral (p. ex., faciliter les connexions pour permettre des projets pilotes ou de démonstration dans les projets fédéraux d'assainissement des mines).
- **Accroître l'engagement et la collaboration avec les sociétés minières et le secteur de l'approvisionnement et des services miniers** afin de mettre en commun les ressources de financement, d'augmenter l'adoption de la technologie et d'encourager la commercialisation.

- **Promouvoir la sensibilisation aux technologies qui se rapprochent du marché** – disposer d'une plateforme pour communiquer quelles sont les technologies qui font leur entrée sur le marché.
- **Se faire le champion de la science qui pourrait renseigner le milieu de la réglementation** et faciliter les changements à la réglementation (p. ex., aucune recirculation de l'air, sauf...).
- **Effectuer des analyses internationales** et déterminer la meilleure façon pour le Canada de collaborer avec des groupes internationaux et de diffuser l'information; envisager le rôle potentiel des échanges.
- **Améliorer les ressources** pour soutenir les entreprises canadiennes qui font de la recherche et pour soutenir les usines pilotes et les projets de démonstration (à noter que les participants ont exprimé un appui solide pour une approche à guichet unique, telle qu'elle est offerte par le Carrefour de la croissance propre).
- Conclure d'**autres protocoles d'entente**.
- Continuer d'élaborer, de promouvoir et d'**élargir les réseaux de laboratoires**.

1. Introduction

Le présent document résume l'information et les commentaires recueillis lors des séances en petits groupes tenues dans le cadre de l'atelier sur l'innovation minière verte (IMV). Cet atelier d'une journée, qui s'est déroulé à Ottawa le 13 décembre 2018, était guidé par les objectifs suivants :

- Examiner les progrès réalisés à mi-chemin du plan de recherche quinquennal de CanmetMINES, obtenir des commentaires sur les recherches futures et sur la façon d'en accroître l'impact;
- Obtenir les points de vue des participants pour éclairer la réflexion à moyen terme sur l'approche du Canada à l'égard de l'exploitation minière verte.

L'atelier a réuni des membres du Comité consultatif sur l'innovation minière verte (IMV) ainsi que d'autres intervenants. Les représentants de CanmetMINES ont présenté un examen de mi-parcours de leur plan de recherche quinquennal, y compris les points saillants de la première moitié du plan de recherche quinquennal et les recherches à venir prévues pour exécuter le reste de la stratégie. Le plan de recherche définit cinq priorités : l'efficacité énergétique, l'amélioration de la productivité, la gestion des déchets, la gestion de l'eau et les changements climatiques.

Pour guider la planification à moyen terme de CanmetMINES, on a demandé aux participants d'indiquer quelles étaient pour eux les « nouvelles frontières » les plus importantes pour le Canada au cours des 10 prochaines années. Elles ont été regroupées en quatre catégories :

- Transformation numérique;
- Économie circulaire;
- Exploitation des mines souterraines profondes;
- Autres nouvelles frontières qui pourraient perturber, transformer et permettre l'exploitation minière verte.

Les participants ont été divisés en trois petits groupes, un pour chacune des trois premières catégories.

On a demandé aux participants de tenir compte des questions suivantes lorsqu'ils discutaient de leur thème :

1. Comment voyez-vous l'avenir de l'exploitation minière dans ce domaine de pointe?
2. Quelles sont les innovations les plus intéressantes?
3. Qui voyez-vous comme chefs de file et pourquoi?
4. Quels types de recherche, de développement et d'innovation sont les plus nécessaires?

Les résultats de cette discussion sont résumés à la [section 2](#) du présent rapport.

Après le dîner, le Dr Magdi Habib a présenté un exposé sur l'impact de CanmetMINES. À la suite de la présentation, les participants se sont encore une fois divisés en trois groupes et chacun a répondu aux quatre questions suivantes :

1. Pouvez-vous observer l'incidence des travaux de CanmetMINES sur votre organisation?
2. À votre avis, sur quels aspects CanmetMINES devrait-il en faire davantage? En faire moins?
3. Comment CanmetMINES pourrait-il s'y prendre pour accroître l'adoption de ses technologies?
4. Y a-t-il des initiatives dans lesquelles vous êtes impliqués ou que vous connaissez qui, selon vous, pourraient bénéficier de la participation de CanmetMINES?

Les groupes ont fait un compte rendu de chacune des séances de discussion en petits groupes et ont tenu une discussion plénière à la fin de l'atelier sur la façon dont CanmetMINES peut tirer parti de ses forces et continuer de positionner le Canada comme chef de file en matière d'exploitation minière verte. Les résultats de cette discussion sont résumés à la [section 3](#) du présent rapport.

Au cours de l'atelier, un graphiste a saisi visuellement les principaux messages et thèmes des discussions. Ces images figurent à l'[annexe 2](#).

2. Nouvelles frontières : résumé des discussions en petits groupes

De nombreux domaines possibles pourraient être considérés comme de « nouvelles frontières » de l'exploitation des ressources minérales, qu'ils s'agissent de frontières géographiques (p. ex., dans de nouveaux environnements comme le Grand Nord ou au large des côtes) ou de nouvelles façons de faire des affaires. Les participants se sont divisés en trois groupes pour discuter des « nouvelles frontières » de la transformation numérique, de l'économie circulaire et de l'exploitation des mines souterraines profondes.

Les participants ont noté que, dans tous ces domaines :

- Il ne s'agit pas seulement de l'exploitation minière – nous effectuons beaucoup de traitement de minéraux. Cela doit être intégré à toute marque canadienne (c.-à-d. l'image de marque « minéraux et métaux »);
- Le gouvernement a un rôle important à jouer pour atténuer les risques liés aux nouvelles technologies grâce à des projets de démonstration et à l'expansion;
- Les vitrines technologiques où nous présentons des PME (p. ex., NORCAT, groupe Abitibi) ont de la valeur.

2.1 Transformation numérique

La transformation numérique a le potentiel de changer fondamentalement la façon dont l'exploitation minière se fait et pourrait offrir des gains importants de productivité et de compétitivité. Ce domaine englobe un large éventail d'éléments, y compris l'amélioration de la connectivité et l'ouverture de mines plus autonomes.

Sous le thème de la transformation numérique, les participants ont dégagé les sous-thèmes suivants au cours d'un exercice de remue-méninges de groupe :

- Soutenir les PME pour qu'elles puissent former des « alliances commerciales »;
- Modélisation pour la simulation;
 - Connaissances des gisements;
 - Géologie -> résidus;
- Comblent les manques de compétences et faire face à la concurrence d'autres industries;
- Cybersécurité;
- Application de la technologie de la chaîne de blocs;
- Utilisation de la technologie habilitante pour appuyer l'exploitation des mines souterraines profondes et l'électrification;
- Faire que les idées de technologie « cool » aient de la valeur pour l'industrie;
- Parler des bons exemples de résultats pour aider à bâtir l'image de marque du Canada.
 - Par exemple, décrire comment nous avons amélioré la sécurité et la performance environnementale grâce aux progrès technologiques.

Les participants ont formulé les commentaires suivants au sujet de chacune des questions de discussion.

Comment voyez-vous l'avenir de l'exploitation minière dans ce domaine de pointe? Quelles sont les innovations les plus intéressantes?

- Nous voulons des mineurs « connectés »; c'est-à-dire des mineurs qui utilisent la technologie avec facilité. Le taux d'adoption par l'effectif est une variable importante. L'évolution démographique pourrait favoriser une adoption plus rapide que ce que nous avons vu jusqu'à maintenant. Le mineur connecté peut utiliser des choses comme la réalité augmentée, le jumeau numérique, les hologrammes, etc.;
- L'utilisation de nouvelles technologies pourrait permettre d'attirer une main-d'œuvre nouvelle et plus jeune;
- Nous aurons besoin de technologies habilitantes pour appuyer la connectivité;
- Garder à l'esprit la chaîne qui relie les données aux communications et aux logiciels;
- Vision de mines entièrement autonomes – les délais changeront rapidement;
- Nous aurons besoin de permis habilitants pour permettre le changement technologique et nous y adapter;
- La sécurité des données, de l'information, des réseaux et du nuage est une considération importante.

Qui voyez-vous comme chefs de file et pourquoi?

- Newtrax – analytique, connectivité, chaîne de blocs;
- Les fabricants d'équipement d'origine (FEO) sont des chefs de file dans ce domaine, et bon nombre d'entre eux s'y ouvrent de plus en plus, p. ex., Epiroc, Sandvik;
- Certaines sociétés minières font preuve de leadership. Par exemple, ArcelorMittal a intégré la numérisation à son centre de planification au Québec et a embauché des joueurs;
- Autres fournisseurs – Technologie LT. Par exemple, Ambra est une entreprise qui connaît une croissance rapide, et beaucoup de sociétés minières veulent travailler avec elle. Ils devront gérer leur croissance et prendre de l'expansion s'ils veulent répondre aux besoins de l'industrie. Les organismes subventionnaires pourraient avoir un rôle à jouer pour appuyer cette expansion, comme la Banque de développement du Canada (BDC) et/ou Exportation et développement Canada (EDC);
 - Comment cela fonctionne-t-il avec toutes les autres technologies (p. ex., Ericsson)?
- Intégrateurs de logiciels et de TI, y compris les grandes entreprises (p. ex., Microsoft et IBM);
- Les télécommunications ont un rôle à jouer pour répondre aux besoins en matière de données et de sécurité;
- Il est important de reconnaître qu'il y a un écosystème d'intervenants avec lesquels nous devons travailler et nous coordonner.

Quels types de recherche, de développement et d'innovation sont les plus nécessaires?

- Nous n'avons pas besoin de recherches supplémentaires dans ce domaine pour le moment;
- Nous avons besoin d'une intégration des systèmes pour ces innovations;
- Il existe un besoin et un rôle pour de bons capteurs fiables;
 - Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) joue un rôle de premier plan à cet égard. CanmetMINES peut apporter du soutien, collaborer et valider le travail sur les capteurs, particulièrement en ce qui concerne la qualité des résidus. Il existe

- peut-être un lien entre les capteurs pouvant fournir de l'information de bonne qualité sur le rendement qui pourrait être partagée avec le public et obtenir un aval social;
- CanmetMINES peut aussi aider à déterminer ce qui doit être mesuré et comment;
- Gestion des données – comment traiter les téraoctets de données?
 - Besoin de données épurées;
 - Les ensembles de données discrètes devront être intégrés;
 - Besoin de compétences différentes;
 - À l'heure actuelle, il n'y a pas de « dirigeants principaux des données » dans l'industrie minière; cela devra probablement changer pour permettre l'adoption de la technologie;
 - Démontrer ce qui peut être réalisé avec la technologie actuelle et, à partir de là, déterminer les principales lacunes à combler;
- La télémétrie et le suivi de la localisation offrent une combinaison puissante;
 - Comment ces systèmes se combinent-ils pour maximiser la productivité? Nous devons démontrer comment les données en temps réel peuvent être utilisées pour corriger ou adapter le comportement en temps réel;
 - CanmetMINES a un rôle important à jouer pour cerner les engorgements dans le processus de délivrance de permis et de demande et y remédier;
- Examen des besoins en matière de numérisation pour l'exploitation des mines souterraines profondes, l'exploitation minière continue et l'électrification – il s'agit d'un domaine important pour continuer à progresser;
- Le développement dans le Nord et dans de nombreuses régions du Canada nécessite la collaboration et le partenariat avec les peuples autochtones;
 - Il faut une vision audacieuse sur la façon de soutenir et d'encourager cela. Il y a ici un lien clair avec le Plan canadien pour les minéraux et les métaux;
 - CanmetMINES peut faire preuve de leadership, notamment en collaborant avec les gouvernements fédéral et autochtones;
 - Pour que les peuples autochtones puissent participer à la transformation numérique et à d'autres projets, il leur faudra des capacités grandement renforcées;
- CanmetMINES a un rôle à jouer dans l'identification et la surveillance des développements internationaux. L'analyse comparative ne vaut pas la peine d'être poursuivie, car ce domaine évolue trop rapidement. Toutefois, CanmetMINES pourrait diffuser de l'information sur les nouveaux développements et les pratiques exemplaires (p. ex., élaborer et tenir à jour une base de données sur les pratiques exemplaires);
- CanmetMINES peut aider à démontrer ce qui peut être fait avec les données, comment elles peuvent être utiles et comment elles peuvent ajouter de la valeur;
- CanmetMINES pourrait intégrer un champ de transformation numérique pour chaque nouveau projet;
- Il existe un besoin reconnu de cybersécurité forte;
- Ce travail devrait être relié à la stratégie des données et des connaissances de RNCan.

2.2 Économie circulaire

Le concept d'une économie plus circulaire gagne en popularité. Comme l'a expliqué la Fondation Ellen MacArthur, « L'économie circulaire est fondée sur trois principes répondant aux défis auxquels sont exposées les économies industrielles modernes.

- Préserver et développer le capital naturel;
- Optimiser l'exploitation des ressources;

- Créer les conditions propices au développement d'un système vertueux ». ¹

Compte tenu de la longue durée de vie de nombreux minéraux et métaux et du volume de déchets produits par le secteur, les participants ont commencé à explorer ce que le concept pourrait signifier pour l'exploitation des ressources minérales au Canada et à cerner les possibilités.

Sous le thème de l'économie circulaire, les participants ont dégagé les sous-thèmes suivants au cours d'un exercice de remue-méninges de groupe :

- Produits écologiques portant la marque du Canada;
- Potentiel de retraitement des stériles (et le remplacement du nouveau minerai par les stériles);
- Enquête sur l'utilisation de l'eau – pratiques exemplaires;
- Bioprospection minière;
- Exploitation minière continue, souterraine et à ciel ouvert;
- Extraction et traitement in situ.

Les participants ont formulé les commentaires suivants au sujet de chacune des questions de discussion.

Comment voyez-vous l'avenir de l'exploitation minière dans ce domaine de pointe?

- Le secteur connaît encore relativement mal le terme « l'économie circulaire » – le concept est plus répandu dans le monde de la technologie (p. ex., Apple) que parmi les dirigeants miniers;
 - Nous devons mobiliser l'industrie en utilisant des termes différents;
 - L'exploitation minière n'est pas circulaire; il s'agit plutôt de transformation et de fabrication;
 - Ce secteur consiste à fournir des intrants pour la fabrication, l'utilisation par les consommateurs/la société, la réutilisation/le recyclage et le développement durable de façon plus générale;
- Parmi les domaines qui offrent des possibilités, on retrouve :
 - Fermeture / réhabilitation des mines;
 - Exploitation minière nette zéro / sans résidus;
 - Recyclage;
 - Certification du cycle de vie;
 - Réutilisation de l'eau.
- Le concept d'économie circulaire est axé sur les consommateurs (p. ex., les consommateurs de la génération Y ont un ensemble d'attentes auxquelles l'industrie doit répondre, comme les métaux des terres rares provenant de sources responsables dans les iPhone).
- Quel est le point idéal pour créer de la valeur dans le secteur grâce aux initiatives d'économie circulaire? Un nouveau marché? La réduction des coûts de production?

Quelles sont les innovations les plus intéressantes?

- Transformer les rebuts d'aluminium pour les utiliser dans un plus grand nombre de produits grâce à la fusion et à l'innovation technologique afin de ne pas produire d'aluminium à partir de la bauxite;
- Récupération et recyclage des minéraux des terres rares;

¹Fondation Ellen MacArthur. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/fr/economie-circulaire/principes>. Voir aussi (en anglais seulement) <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/infographic>.

- Traçabilité (le Canada dirige des groupes de travail à ce sujet);
- Participer davantage à la chaîne d'approvisionnement et connaître les attentes des fabricants;
- Optimisation du traitement/retraitement des déchets / résidus;
 - Possibilités de réutilisation des résidus;
 - La réduction de la responsabilité de fin de vie des mines est un des avantages qui en découlent;
 - Retraitement des cendres volantes et des flux de déchets provenant du pétrole et du gaz pour en extraire les métaux;
 - La technologie existe pour réutiliser les stériles et les résidus, mais une analyse de rentabilisation et des facteurs déterminants est nécessaire (p. ex., la mine Palabora en Afrique du Sud, qui a commencé l'exploitation vers la fin des années 50, illustre comment plusieurs minéraux/matériaux peuvent être extraits et vendus);
- Réutilisation de l'eau (l'Association minière du Canada [AMC] a un nouveau protocole sur l'eau) et la récupération de l'énergie;
 - Beaucoup de possibilités ici, p. ex., utilisation de l'eau des usines;
- Tri du minerai, y compris à l'aide de la technologie à haute puissance pulsée;
 - Parmi les avantages : moins de déchets sont envoyés à des fins de traitement chimique;
- Capacité de fusion;
 - Utilisation de l'infrastructure existante pour les métaux récupérés;
- Électrification des véhicules miniers et adoption de nouveaux modèles d'affaires pour améliorer la performance environnementale (p. ex., réutilisation, récupération), comme la location de batteries.

Qui voyez-vous comme chefs de file et pourquoi?

- Nous détenons le savoir-faire et la technologie au Canada.

Quels types de recherche, de développement et d'innovation sont les plus nécessaires?

- Il n'y a pas assez de repères (pratiques exemplaires, paramètres) pour que les sociétés minières puissent se comparer et tenir les gens responsables à l'égard du rendement environnemental;
- L'industrie canadienne devrait prendre les devants pour définir l'approvisionnement responsable, p. ex., comparer les exigences d'Apple à la couverture de Vers le développement minier durable (VDMD) et cerner les lacunes. La couverture de VDMD est déficiente, entre autres, pour ce qui est des conflits et de la pollution;
- Des systèmes d'acquisition de données (capteurs, etc.) sont nécessaires pour mesurer et gérer le rendement;
- L'état futur souhaité propose des produits de marque « produits de façon responsable ».

2.3 Exploitation des mines souterraines profondes

Des réserves souterraines profondes considérables existent en profondeur, mais l'accès à ces réserves présente tout un éventail de défis techniques et liés à la sécurité dans un environnement difficile. Sous le thème de l'exploitation des mines souterraines profondes, les participants ont dégagé les sous-thèmes suivants au cours d'un exercice de remue-ménages de groupe :

- Contrôle des coups de toit;
- Sécurité des mines – promouvoir les bons antécédents du Canada;
- Nouvel équipement;
- Prolonger la vie communautaire;

- Collaboration sur l'évaluation des méthodes d'exploitation des mines souterraines profondes;
- Télécommunications, sécurité;
- Chine – Certification canadienne pour l'innovation en matière d'exploitation des mines souterraines profondes;
 - Autres partenariats internationaux – Afrique du Sud?
- Consommation d'énergie de l'exploitation des mines souterraines profondes/à très grande profondeur.

Les participants ont formulé les commentaires suivants au sujet de chacune des questions de discussion.

Comment voyez-vous l'avenir de l'exploitation minière dans ce domaine de pointe?

- À mesure que les gisements en surface seront épuisés, il y aura davantage d'exploitation des mines souterraines profondes (c.- à- d. que l'exploitation des mines souterraines profondes deviendra une activité courante);
- Les coûts d'exploitation – qui sont actuellement beaucoup plus élevés à grande profondeur que pour les mines de surface – diminueront à mesure que l'exploitation des mines souterraines profondes deviendra plus courante;
- La consommation d'énergie – qui est actuellement intensive, en particulier pour l'exploitation minière souterraine profonde – pourrait être réduite;
- L'exploitation minière sera plus autonome (moins de personnes sous terre);
- Le Canada fera la promotion de son expertise en matière d'exploitation des mines souterraines profondes;
 - Le Canada est déjà un chef de file mondial dans ce domaine – une grande partie de nos activités minières s'effectue à plus de 850 m (ce que d'autres considèrent comme des activités en profondeur), mais nous ne les qualifions pas d'exploitations minières à grande profondeur; nous devons revoir notre définition de « profondeur », puis commercialiser/promouvoir notre expertise (image de marque);
 - Le Canada a la réputation (prix Nobel) d'être un chef de file à l'échelle internationale, et la Chine et l'Afrique du Sud souhaitent apprendre de nous;
 - Promouvoir l'image de marque du Canada en tant qu'expert de l'exploitation des mines souterraines profondes sécuritaire – acquérir une réputation mondiale et une reconnaissance de notre dossier de sécurité;
- Idéalement, il existera de meilleurs liens entre le gouvernement, les universités et l'industrie;
- Les systèmes politiques et réglementaires doivent rattraper leur retard pour refléter les réalités de l'exploitation des mines souterraines profondes (p. ex., ventilation et qualité de l'air);
- Méthodes minières innovatrices (p. ex., trouver de nouvelles façons d'éviter les coups de toit).

Quelles sont les innovations les plus intéressantes?

- Des réseaux de surveillance microsismiques avancés qui recueillent de grandes quantités de données; l'utilisation de l'apprentissage automatique sur ces ensembles de mégadonnées pourrait mener à des prévisions;
- Les progrès de la technologie des communications (p. ex., la fibre optique) permettent la communication entre la surface et les zones en profondeur, ce qui élargit les limites de l'horizon de la profondeur et crée des possibilités de téléopérations/d'accès à distance (véhicules autonomes à grande profondeur avec des contrôleurs humains à la surface);

- L'électrification de l'équipement améliore la qualité de l'air et ouvre la possibilité de la recirculation de l'air; les lois devraient être mises à jour pour tenir compte de cette possibilité;
- Le nouvel équipement et les nouvelles techniques améliorent l'efficacité, l'économie et la santé et la sécurité des travailleurs, par exemple :
 - Tri préliminaire à grande profondeur;
 - Câbles de levage synthétiques;
 - Levage hydraulique (transport de minerai par tuyaux);
 - Découpage mécanique;
 - Refroidissement par l'air liquide (réduit la consommation d'énergie);
 - Ventilation sur demande;
 - De nouveaux vêtements qui gardent les travailleurs au frais;
 - Soutènement dynamique de la roche et capteurs de boulons d'ancrage (existent au Canada et en Europe, mais il y a encore du travail à faire).

Qui voyez-vous comme chefs de file et pourquoi?

- Le Canada, en général pour son expérience de l'exploitation des mines souterraines profondes et plus particulièrement pour son dossier de sécurité, le déploiement de capteurs de boulons d'ancrage et le travail sur le soutènement dynamique de la roche;
- L'Europe pour ses progrès en matière de capteurs de boulons d'ancrage;
- La Chine;
- L'Afrique du Sud;
- La NorthWest University;
- Jannatec met au point une technologie pour garder les travailleurs au frais;
- MineSense fait progresser le tri du minerai à grande profondeur;
- Plusieurs entreprises canadiennes d'exploitation minière et de traitement des minéraux sont des chefs de file en matière d'adoption de nouvelles technologies, notamment :
 - Vale, Glencore, et Goldcorp, qui adoptent la ventilation sur demande (VSD);
 - Vale, Glencore, Agnico Eagle, Kirkland Lake Gold, qui sont des chefs de file de l'application du soutènement dynamique de la roche;
 - Vale, Glencore et Agnico Eagle, qui adoptent des mises à jour de la technologie des communications;
- Fournisseurs de technologies qui sont des chefs de file dans les domaines suivants :
 - Découpage mécanique (Sandvik, Kohmatsu, Epiroc);
 - Apprentissage automatique (Mira Geoscience);
 - Transport de minerai par tuyaux (cimentation).

Quels types de recherche, de développement et d'innovation sont les plus nécessaires?

- Recherche supplémentaire sur les méthodes d'exploitation minière reconnaissant que les besoins de l'exploitation des mines souterraines profondes sont uniques et différents des approches d'extraction souterraine en surface ou à faible profondeur (p. ex., comment prévoir, prévenir ou atténuer les coups de toit) – pas uniquement pousser plus en profondeur sans changer l'approche;
- Plus d'occasions de démonstration, de mise à l'essai et de tests; le groupe estime que le gouvernement a un rôle à jouer pour atténuer les risques;
- Rechercher et élaborer des méthodes d'exploration « souterraine » (c.- à- d. comment trouver des gisements profonds de la surface, et pas seulement en agrandissant la mine existante);

- En plus des occasions et des besoins en matière de recherche, de développement et d'innovation, le groupe a déterminé qu'il fallait :
 - mettre à jour l'image de marque qui met en marché et fait la promotion du dossier d'exploitation sécuritaire du Canada ainsi que notre leadership et notre expérience dans l'exploitation des mines souterraines profondes;
 - que le gouvernement aide à améliorer et à faciliter l'adoption de nouvelles technologies (p. ex., le levage hydraulique, qui existe depuis un certain temps mais qui n'a pas vraiment été adopté) en atténuant les risques liés aux nouvelles technologies grâce au financement ou à d'autres partenariats;
 - des partenariats et du financement pour coordonner l'industrie et les chercheurs – la réputation de leadership du Canada est compromise si nous ne fournissons pas de ressources;
 - des modifications à la réglementation pour tenir compte des innovations, des changements en matière de technologie disponible et des nouvelles méthodes de l'exploitation minière (p. ex., les ministères du Travail de l'Ontario, du Manitoba et du Québec ne permettent pas la recirculation de l'air – ce qui était approprié lorsque les parcs souterrains étaient principalement composés de moteurs diesel, mais étant donné qu'il y a plus d'électrification, ces lois deviennent un obstacle qui limite l'innovation et/ou l'adoption de technologies nouvelles et bénéfiques).

2.4 Autres nouvelles frontières

Les participants ont relevé les nouvelles frontières suivantes au cours d'un exercice de remu-ménages en groupe :

- Souplesse de conception après ou de concert avec les règlements sur les permis et la sécurité;
- Plateforme internationale de promotion et de soutien à l'innovation pour les PME;
- Certification des mines pour soutenir les chaînes d'approvisionnement;
- Adaptation aux changements climatiques;
- Développement de nouvelles mines;
 - Garder les mines ouvertes;
 - Faible % de minerai = grande fosse à ciel ouvert, grande élimination de déchets;
 - Mine d'essai appartenant au Canada;
 - Quelles industries exigeront des minéraux et des métaux et comment pouvons-nous les attirer et créer une demande pour des produits de base produits de façon responsable?
- Propriété intellectuelle et image de marque de l'expertise canadienne (définir, protéger, déployer sur le marché);
- Petits réacteurs modulaires (PRM) en exploitation minière à distance;
- Opérations du Canada à l'étranger;
- Recherche menée dans le cadre de partenariats université-gouvernement-industrie; cela pourrait être facilité par le Conseil de l'ICM (Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole).

3. Impact de CanmetMINES : discussion en petits groupes

Le travail de CanmetMINES au fil des ans a contribué à un large éventail de résultats et d'effets positifs, directement et indirectement. Lorsqu'on leur a demandé quelles répercussions ils avaient observées, les participants ont fourni les commentaires et suggestions suivants sur la façon dont cet impact pourrait être amélioré à l'avenir.

3.1 Pouvez-vous observer l'incidence des travaux de CanmetMINES sur votre organisation?

Les participants ont convenu qu'ils voient l'incidence des travaux de CanmetMINES. Voici certains des commentaires formulés et exemples fournis :

- Au cours des quatre dernières années, CanmetMINES s'est réinventé et s'est revitalisé. On a noté que, désormais, l'organisme :
 - mobilise un plus large groupe d'intervenants, y compris des fournisseurs et des intervenants internationaux;
 - communique mieux avec l'industrie et communique le message du Canada à l'étranger;
 - attire les meilleurs talents parmi les nouveaux employés;
 - fournit un répertoire d'expertise, y compris des recherches sur la ventilation, les câbles artificiels et le chrome;
- La collaboration avec CanmetMINES a rehaussé le profil des organisations participantes et aidé les participants à devenir des partenaires en innovation;
 - CanmetMINES permet aux organisations participantes de jouer un rôle dans la définition des domaines où nous pouvons faire une différence au Canada et à l'échelle internationale;
- Des experts techniques de CanmetMINES ont fourni de la supervision et donné des conseils; ils ont également participé au processus de diligence raisonnable technique;
- Le *Mining Emissions Diesel Council* (MDEC) (conférence technique annuelle consacrée aux émissions de diesel dans l'exploitation minière souterraine profonde) et la conférence sur la valeur minière des déchets ont mené à la création de nouvelles relations et possibilités de collaboration;
- Le projet d'électrification (avec Hydro-Québec), y compris les véhicules électriques à batterie et les véhicules à hydrogène, a un impact;
- La collaboration avec les universités, par exemple :
 - isotopes du chrome – biosolides pour le recouvrement des résidus;
 - utilisation des installations et partage des échantillons;
- CanmetMINES s'est lancé dans l'exploitation minière verte alors que personne n'en parlait. Le volet de la politique et de la recherche en matière d'exploitation minière verte a un impact.

Points à améliorer

Au sujet des points à améliorer, les participants ont formulé les suggestions suivantes :

- Visibilité : Il est important de continuer à communiquer pour s'assurer que tous sont mieux au courant de ce qui se passe et de ce qui est disponible. Dans ce contexte, CanmetMINES pourrait accroître sa présence dans les médias sociaux;
- Une collaboration plus étroite avec le développement technologique du secteur privé (sommes-nous des concurrents ou des collaborateurs?);

- On aimerait que CanmetMINES soit au courant de ce que font les entreprises canadiennes;
- Certains organismes participants ont l'impression qu'ils doivent « pourchasser CanmetMINES » pour s'engager et collaborer avec eux (c.- à- d. que les collaborateurs éventuels doivent frapper à la porte de Canmet; ils n'ont pas l'impression que Canmet frappe à leur porte);
- CanmetMINES doit éviter de s'éparpiller. L'Innovation minière verte (IMV) devrait continuellement demander : Est-il encore nécessaire de faire cela?
- Il est possible d'accroître davantage la collaboration avec les universités;
- Il serait utile que CanmetMINES explique les « règles d'engagement » pour les entreprises dont le siège social se trouve à l'extérieur du Canada (p. ex., Rio Tinto, Glencore, etc.) afin que leurs divisions canadiennes puissent comprendre comment elles peuvent collaborer;
- Appuyer l'adoption de nouvelles technologies; c'est là que l'impact se fait le plus sentir.

3.2 À votre avis, sur quels aspects CanmetMINES devrait-il en faire davantage?

- **Aligner le mandat de CanmetMINES** sur le reste des participants à l'écosystème des minéraux et des métaux pour s'assurer d'être sur la bonne voie.
 - Continuer de mieux faire connaître qui fait quoi pour éviter le doublement;
 - Veiller à ce qu'il y ait une demande de l'industrie et une analyse de rentabilisation claire pour chaque projet.
- **Améliorer la communication** et la sensibilisation dans les médias sociaux, notamment en ce qui concerne :
 - la collaboration avec l'industrie, la R et D, les projets de démonstration;
 - les utilisateurs finaux;
 - là où l'industrie souffre;
 - l'image de marque du Canada.
- **Améliorer la visibilité** de la technologie mise au point au Canada et de l'image de marque « Fabriqué au Canada ». Pour promouvoir l'image de marque du Canada, il faut :
 - des messages plus uniformes à l'échelle du gouvernement, de l'industrie et des PME;
 - plus de financement pour appuyer l'image de marque, p. ex., visites de sites.
- **Accroître l'engagement et la collaboration** avec les sociétés minières et le secteur de l'approvisionnement et des services miniers afin :
 - d'accroître l'adoption de la technologie;
 - d'encourager la viabilité économique de la technologie;
 - d'encourager la commercialisation des innovations;
 - d'améliorer la recherche sur les PRM (petits réacteurs modulaires).
- **Appuyer les politiques et les règlements fédéraux** – veiller à ce qu'ils tiennent compte de la science et de l'expertise.
- **Effectuer des analyses internationales** et déterminer la meilleure façon pour le Canada de collaborer avec des groupes internationaux et de diffuser l'information.
 - Les échanges pourraient jouer un rôle et soutenir notre image de marque en vue d'un leadership mondial.
- **Coordonner l'élaboration d'une stratégie nationale** qui :
 - intègre l'industrie et la fabrication (p. ex., batteries, voitures électriques, aérospatiale);
 - met l'accent sur l'industrie finale, pas seulement l'exploitation minière (c.- à- d. élargir le mandat de CanmetMINES).

- **Améliorer les ressources** pour soutenir les entreprises canadiennes qui font de la recherche.
- Conclure d'**autres protocoles d'entente**.
- Continuer d'élaborer, de promouvoir et d'**élargir les réseaux de laboratoire**.

3.3 À votre avis, sur quels aspects CanmetMINES devrait-il en faire moins?

- **Organisation d'événements** – bien que cela soit utile, d'autres pourraient le faire et assumer des rôles de premier plan.
- **Duplication** – ne pas diriger le travail qui peut être fait ailleurs (p. ex., universités); il a été noté que, en général, les universités font de la recherche sur les niveaux de maturité technologique (NMT) 1-4, et que CanmetMINES effectue habituellement de la recherche et du développement aux NMT 3-7.
- **Mettre l'accent sur le rendement en matière de sécurité** – bien que le rendement en matière de sécurité demeure important (et qu'il puisse aider à lancer les conversations), les messages doivent inclure un accent sur la productivité et la rentabilité.
- **Roulement** – Utiliser moins d'employés temporaires et de processus d'embauche cycliques pour assurer une plus grande uniformité des relations et de l'expertise.
- **Moins de « projets de prédilection ».**

3.4 Comment CanmetMINES pourrait-il s'y prendre pour accroître l'adoption de ses technologies?

- Mobiliser les utilisateurs finaux et les intermédiaires;
 - Pour comprendre les besoins et relier ces besoins aux progrès technologiques;
 - Pour faire participer les utilisateurs finaux au développement technologique, et possiblement aussi à la conception et à la planification;
- Lorsqu'une technologie se rapproche du marché, avoir une plateforme pour que les gens sachent ce qui est disponible;
 - Sensibilisation – On a fait remarquer que l'accroissement de la sensibilisation à la propriété intellectuelle (PI) est une bonne première étape;
 - Déterminer le ou les bons fournisseurs;
 - On fait remarquer que la participation aux événements coûte cher aux entreprises axées sur la production;
- L'idée d'un « centre d'expérience » où les gens peuvent se promener et voir les technologies émergentes fonctionner;
- Offrir du financement pour des usines pilotes et des projets de démonstration;
 - Les participants ont exprimé un appui solide pour une approche à guichet unique; telle qu'elle est offerte par le Carrefour de la croissance propre;
- Rapidité et agilité (accélérer le passage au NMT et la commercialisation ou la mise en marché);
- Appuyer la commercialisation;
- Nouveau modèle – Il faut amener l'industrie à contribuer au financement (p. ex., 01 % des revenus);
 - Ils seront plus engagés et investis dans la participation à des événements et l'apport d'idées;
 - Cela permettra également d'éviter la duplication en recherche et développement technologique.

3.5 Y a-t-il des initiatives dans lesquelles vous êtes impliqué ou que vous connaissez qui, selon vous, pourraient bénéficier de la participation de CanmetMINES?

- Suivre les développements dans d'autres secteurs que l'exploitation minière (p. ex., énergie nucléaire, aérospatiale);
- Promouvoir les technologies mises au point par des entreprises canadiennes à l'extérieur de CanmetMINES, particulièrement en facilitant les liens avec les projets du gouvernement fédéral (p. ex., faciliter les liens pour permettre la réalisation de projets pilotes ou de démonstration dans le cadre de projets d'assainissement des mines du gouvernement fédéral);
- CanmetMINES pourrait se faire le champion de la science susceptible d'aider à renseigner le milieu de la réglementation et à faciliter les changements à la réglementation (p. ex., aucune recirculation de l'air, sauf...);
- CanmetMINES pourrait effectuer une analyse des tendances du marché.

4. Conclusion

CanmetMINES apprécie les contributions des participants et le niveau élevé d'engagement tout au long de l'atelier. Le Comité consultatif sur l'innovation minière verte (IMV) examinera attentivement les commentaires reçus au cours de l'atelier afin de préparer un plan d'action pour aborder les enjeux et faire avancer les idées.

Annexe 1 : Programme du participant

Ordre du jour provisoire – Atelier sur l’innovation minière verte Le 13 décembre 2018 | Salle 221 – 555, rue Booth, Ottawa (Ontario)

<p>Thème : <i>De nouvelles frontières pour l’innovation en matière d’exploitation minière verte</i></p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examiner les progrès réalisés à mi-chemin du plan de recherche quinquennal de CanmetMINES, obtenir des commentaires sur les recherches futures et sur la façon d’améliorer les taux d’adoption de ses technologies; • Obtenir les points de vue des participants pour éclairer la réflexion à moyen terme sur l’approche du Canada à l’égard de l’exploitation minière verte.

8 h – 8 h 30	Inscription – Veuillez noter que vous devrez présenter une pièce d’identité valide aux commissionnaires dans le hall d’entrée.
8 h 30 – 9 h 30	<p>Mot de bienvenue, contexte stratégique et Plan canadien pour les minéraux et les métaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Glenn Mason, sous-ministre adjoint, Ressources naturelles Canada</i> • <i>Pierre Gratton, président et PDG, L’Association minière du Canada</i> • <i>Magdi Habib, directeur général, CanmetMINES, Ressources naturelles Canada</i> • <i>Photinie Koutsavlis, directrice générale par intérim, Direction des politiques et des études économiques, Ressources naturelles Canada</i>
9 h 30 – 10 h 30	<p>À mi-chemin : l’examen de mi-parcours du plan de recherche de CanmetMINES et des prochaines frontières pour CanmetMINES.</p> <p><i>Présentations sur les réalisations en R et D et les prochaines étapes, mise à jour sur le Réseau des laboratoires scientifiques et techniques du Canada, rapport sur le plan d’action.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Janice Zinck, directrice, Innovation en matière d’exploitation minière verte, CanmetMINES</i> • <i>Kristie Tarr, directrice, Technologies transformatrices et services spécialisés, CanmetMINES</i> • <i>Nabil Bouzoubaa, conseiller scientifique principal, CanmetMINES</i> • <i>Laura Rostas, conseillère principale, CanmetMINES</i>
10 h 30 – 10 h 45	Pause-santé
10 h 45 – 11 h 15	Discussion sur les nouvelles frontières
11 h 15 – 12 h 15	Discussions en petits groupes sur les nouvelles frontières
12 h 15 – 13 h	Dîner et cérémonie d’inauguration (salle 221)
13 h – 13 h 30	Séance plénière : compte rendu de la discussion sur les nouvelles frontières
13 h 30 – 14 h	Présentation sur l’impact de CanmetMINES
14 h – 14 h 15	Pause-santé
14 h 15 – 15 h 15	Discussion en groupe sur la façon dont CanmetMINES peut accroître son impact
15 h 15 – 15 h 45	Compte rendu et discussion en séance plénière : <i>Comment CanmetMINES peut-il tirer parti de ses forces et continuer de contribuer à faire du Canada un chef de file en matière d’exploitation minière verte?</i>
15 h 45 – 16 h	Mot de la fin

Annexe 2 : Infographies de l'atelier

Figure 1 : Progrès réalisés à ce jour et Plan canadien pour les minéraux et les métaux



Figure 2 : Nouvelles frontières

Figure 3 : Avoir un impact

