



Mémoire présenté au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles



Le 17 décembre 2019

AVANT-PROPOS

PRIMA Québec, le pôle de recherche et d'innovation en matériaux avancés, anime et soutient l'écosystème des matériaux avancés, un moteur d'innovation et de croissance pour le Québec. Par son accompagnement et le financement offert, il contribue à stimuler la compétitivité des entreprises québécoises en leur permettant de profiter de l'expertise en recherche. En tant que regroupement sectoriel de recherche industrielle (RSRI), PRIMA Québec bénéficie du soutien financier du gouvernement du Québec et du secteur privé pour favoriser les relations recherche-industrie.

PRIMA Québec compte 177 membres, dont 147 industriels, qui développent de nouveaux matériaux et les intègrent dans des produits finis ou semi-finis, ou qui mettent au point des procédés innovants impliquant des matériaux avancés ainsi que l'instrumentation qui y est liée. Depuis 2015, PRIMA Québec a soutenu 70 projets d'une valeur totale de 53,6 M\$¹.

Le Québec est bien engagé dans la transition énergétique, notamment via la Politique énergétique 2030 et le Plan d'électrification et de changements climatiques 2020-2030, qui sera dévoilé au début 2020². En parallèle, le recours à plusieurs minéraux et métaux nécessaires à la fabrication de capteurs, d'appareils électroniques ou encore de batteries pour véhicules électriques exerce une pression sur leur approvisionnement. Mais surtout, il faut retenir que la transition tant énergétique que numérique augmentera considérablement la demande de minéraux rares³.

Le 19 novembre dernier, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) lançait une consultation afin d'amorcer sa réflexion sur la place du Québec dans la mise en valeur des minéraux critiques et stratégiques (MCS). L'exercice a notamment pour but de faire connaître les réalités liées aux MCS et aux approvisionnements pour chacune des substances, ainsi que de faire valoir leur importance pour l'économie. Le développement de filières pour les MCS comporte certains enjeux, qu'ils soient de nature économique, technologique, environnementale ou sociale, qui, comme pour tout développement, doivent être pris en compte dans le cadre d'une approche gouvernementale concertée et structurée.

PRIMA Québec a été invité à participer à cette réflexion et propose les recommandations ci-dessous :

- ❖ Que le gouvernement se dote d'une stratégie visant à soutenir le développement d'un secteur québécois d'approvisionnement, de transformation tout en insistant sur le recyclage et la valorisation des MCS;
- ❖ Que le gouvernement priorise les minéraux critiques qui s'inscrivent dans ses différentes stratégies soutenant la transition énergétique et numérique;
- ❖ Que le gouvernement assure un soutien financier tout au long de la chaîne d'innovation tant pour les projets d'innovation collaborative (TRL 1-6) que pour la commercialisation des technologies qui en seront issues (TRL 7 et plus) afin de stimuler l'approvisionnement, la transformation, le recyclage et la valorisation des minéraux critiques;
- ❖ Que le gouvernement mette à profit ses sociétés d'État (p. ex., Investissement Québec, Ressources Québec, Hydro-Québec) pour soutenir la création d'entreprises et pour attirer des investissements étrangers qui permettront de développer et de mettre en place des filières performantes ;
- ❖ Que le gouvernement se dote d'un plan d'exportation visant les minéraux critiques extraits ou recyclés par des entreprises québécoises, et ce, en tenant compte de la variation potentielle du niveau de criticité des minéraux.

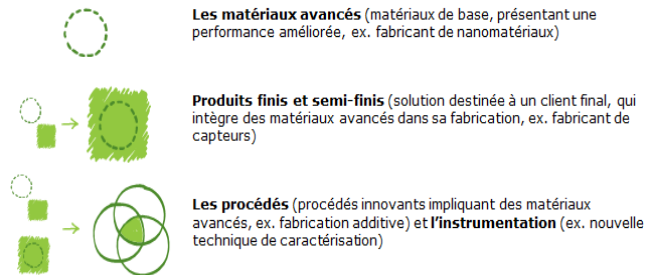
¹ Contributions PRIMA (14,9M\$), contributions fédérales (15,3 M\$) et contributions industrielles (23,4M\$).

² Ce plan prendra le relais du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques (PACC 2013-2020).

³ Pitron, G. (2018). *La guerre des métaux rares – La face cachée de la transition énergétique et numérique*, Édition Les liens qui libèrent : Paris.

LES MATÉRIAUX AVANCÉS AU QUÉBEC ET LEUR INTÉGRATION DES MINÉRAUX CRITIQUES

Les matériaux avancés permettent d’obtenir un avantage marqué du point de vue de la performance (physique ou fonctionnelle), comparativement aux matériaux conventionnels. Plusieurs minéraux critiques entrent dans la composition d’une multitude de matériaux avancés.



Le Québec peut compter sur une masse critique d’entreprises dans le secteur des matériaux avancés : il regroupe plus de 350 entreprises qui représentent plus de 33 000 emplois. Avec un chiffre d’affaires estimé à 10 G\$, ces entreprises, majoritairement des PME, sont très actives en matière de recherche et développement (R-D) et d’exportation (85 % d’entre elles).

La recherche et l’innovation dans le secteur des matériaux avancés sont d’une importance capitale. Le développement de ces matériaux a, par exemple, le potentiel d’accroître l’efficacité énergétique des transports grâce à l’utilisation de nouveaux matériaux plus légers, mais présentant une résistance mécanique équivalente. Il soutient également la création de nouveaux dispositifs électroniques aux semi-conducteurs optimisés, et de technologies du futur telles que les ordinateurs quantiques.

Du point de vue de la recherche et de l’innovation au plan des matériaux avancés, le Québec se positionne très bien à l’échelle canadienne. Le Québec est la deuxième province la plus inventive (selon le nombre de demandes de brevets d’invention) dans le secteur pour la période 2003-2017 (plus de 1 500 familles de brevets) et afficherait une croissance plus rapide que les moyennes fédérales et mondiales⁴. Selon un ensemble de 15 sous-secteurs⁵, l’inventivité du Québec est particulièrement spécialisée dans l’extraction et le traitement des minéraux⁶. On y retrouve notamment des brevets portant sur l’amélioration des méthodes et procédés d’accès aux minéraux (par exemple, des têtes de forage plus solides et donc plus efficaces) ou l’optimisation des procédés métallurgiques. Fait intéressant à signaler : le Québec a enregistré 1) une croissance importante pour la même période sur le plan de l’inventivité, 2) un flux de propriété intellectuelle⁷ positif et 3) un indice de spécialisation élevé.

Ajoutons que dans le sous-secteur des métaux, où les brevets mettent de l’avant de nouveaux alliages aux propriétés améliorées, mais aussi de nouveaux processus de mise en forme des métaux et de métallurgie des poudres, le Québec se positionne également très bien. Les méthodes de production de nouveaux matériaux magnétiques sont aussi incluses dans cet ensemble.

⁴ Science-Metrix (2019). *Étude bibliométrique sur la recherche sur les matériaux avancés au Québec – Rapport final*, réalisé pour PRIMA Québec, Montréal.

⁵ Nanomatériaux, composite, énergie, semi-conducteurs, environnement, optique, instrumentation, traitement de surface, métaux, secteur minier, électronique flexible, constructions, impression 3D, transport, métamatériaux.

⁶ Le Canada réalise ici sa meilleure performance relativement aux autres pays, en se classant au 4^e rang du volume d’inventivité.

⁷ Cet indicateur est une mesure du volume de propriété intellectuelle qui est gagnée ou perdue par un pays ou une région. Il est calculé à partir du nombre de familles de brevets énumérant des *inventeurs* du pays ou de la région d’intérêt, et du nombre de familles de brevets énumérant des *demandeurs* du pays ou de la région. Si le premier nombre est inférieur au second, le flux sera négatif alors qu’il sera positif dans la situation inverse.

Comme le démontrent les exemples ci-dessous, l'utilisation des minéraux (matières premières) critiques dans les matériaux avancés est essentielle, sans compter qu'ils leur confèrent des propriétés physicochimiques :

- Les besoins de lithium, de néodyme, de dysprosium, de praséodyme, de cobalt et de nickel sont en hausse en raison de la demande croissante de batteries pour véhicules électriques;
- Le molybdène, le vanadium, le tantale, le titane et le rhénium sont des métaux réfractaires utiles en raison de leur point de fusion élevé, de leur densité élevée, de leur inertie et de leur résistance à la corrosion et aux acides;
- Le gallium, l'indium et le tellure sont des éléments clés dans la fabrication de dispositifs électroniques;
- Les éléments du groupe du platine (EGP) ont des propriétés physicochimiques uniques telles que leur point de fusion élevé, leur faible pression de vapeur, leur conductivité électrique élevée, leur faible coefficient de dilatation thermique et leur forte activité catalytique;
- Les terres rares, utilisées en petite quantité (téléphones cellulaires, écrans ACL, éoliennes, etc.), permettent de doper les propriétés physiques ou magnétiques d'autres matériaux, p. ex., pour renforcer la puissance des aimants et miniaturiser divers dispositifs.

En somme, il faut retenir que les minéraux critiques sont essentiels dans le développement de matériaux avancés, et que ces derniers jouent un rôle stratégique dans plusieurs domaines d'activité, du développement de puces semi-conductrices qui permettent l'amélioration continue de nos ordinateurs jusqu'aux nouveaux alliages favorisant l'allègement des véhicules.

LA MISE EN VALEUR DES MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES

Diminuer la dépendance et faciliter l'approvisionnement et la transformation des MCS

Les grandes tendances démographiques actuelles, l'urbanisation et la décarbonisation⁸ de l'économie ont une incidence directe sur la consommation de matières premières. La croissance anticipée de la demande mondiale d'ici 2050 est éloquent pour certains minéraux⁹ : le lithium (975 %), le cobalt (585 %), le graphite (383 %), l'indium (241 %), etc. Ces facteurs entraîneront une augmentation significative de la demande mondiale au cours des prochaines décennies. Les matières premières sont essentielles aux secteurs tels que l'automobile, l'électronique et la fabrication.

Les tensions politiques et commerciales, tout comme l'émergence de puissances telles que la Chine et l'Inde, ont un impact sur le marché de l'offre et de la demande de minéraux critiques, particulièrement pour les minéraux rares. Il sera essentiel de diversifier les sources pour certains matériaux afin de renforcer la sécurité de l'approvisionnement. D'ailleurs, l'Europe et les États-Unis cherchent à développer la chaîne de valeur complète dans le but de diversifier et sécuriser leur approvisionnement de certains éléments stratégiques. Précisons également que les questions de nature éthique et écologique prendront plus d'importance tant dans les politiques que chez les consommateurs.

En juin dernier, les États-Unis dévoilaient leur plan pour garantir l'approvisionnement du pays en minéraux stratégiques, dont les terres rares. Ce plan doit, entre autres, évaluer les progrès quant au développement de technologies de recyclage et de retraitement des minéraux critiques, créer des produits de remplacement, diversifier l'approvisionnement, et améliorer les processus d'extraction, de séparation, de purification et de préparation des alliages¹⁰.

⁸ World Bank (2017). *The growing role of minerals and metals for a low carbon future*, Washington.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>

⁹ USCG & World Bank 2017 (Figure 3) Guide de discussion – *Réflexion sur la place du Québec dans la mise en valeur des minéraux critiques et stratégiques*, MERN.

¹⁰ <https://www.courthousenews.com/wp-content/uploads/2019/06/minerals-strategy.pdf>, p. 5

Le Japon a adopté une stratégie où il mise sur la sécurisation des ressources à l'étranger, le recyclage, le développement de matériaux de remplacement et le stockage. L'État japonais soutient ses entreprises en mettant à leur disposition des financements facilitant la prise de participations dans des projets miniers. Il est également un leader dans le développement de technologies liées aux matériaux de remplacement et au recyclage.

Autant que faire se peut, la province, tout comme les entreprises, doit diminuer sa dépendance aux minéraux critiques et stratégiques tout en cherchant à s'approvisionner au Québec, d'autant qu'elle dispose d'un sous-sol des plus diversifiés et met de l'avant des pratiques exemplaires comparativement à certains États.

La priorité devrait être de se doter d'une **stratégie visant à soutenir le développement d'un secteur québécois d'approvisionnement, de transformation et de recyclage des MCS** avec, en toile de fond, la volonté de diversifier et de sécuriser l'approvisionnement tant pour le Québec que pour d'autres États consommateurs de tels minéraux, ainsi que de développer des partenariats commerciaux.

D'emblée, on devrait mettre de l'avant des mesures visant le développement de nouveaux procédés d'extraction, de séparation et de purification des ressources, et ce, en limitant les impacts environnementaux qui peuvent être associés aux différentes phases de développement minéral. Le plus grand défi réside dans les procédés de transformation du minerai. Par ailleurs, le développement de la mine intelligente¹¹ devrait être encouragé. Le recours aux capteurs permettrait également de cartographier, en temps réel, les activités de la mine : localisation des travailleurs et des véhicules, coordination des systèmes de ventilation et d'éclairage, et rendement de la production.

De plus, il faudra encourager la première, deuxième et troisième transformation des minéraux au Québec pour s'assurer d'extraire la valeur ajoutée qui en découle au profit de l'économie québécoise. Il faudra éviter de se limiter à la seule production de concentré, car la véritable valeur ajoutée sera au niveau de la seconde transformation. À titre d'exemple, un concentré de graphite peut se vendre environ 1 000 \$/tonne alors que le graphite destiné aux batteries sera de 10 000 \$/tonne.

Évidemment, on ne peut oublier le volet recyclage et la valorisation des minéraux contenus dans divers produits de consommation d'autant qu'on observe l'ampleur croissante du recyclage comparativement à l'extraction¹². En effet, une telle stratégie doit encourager la recherche, le développement et le déploiement de méthodes de recyclage et la valorisation des minerais critiques. D'ailleurs, KPMG signale que la capacité de production mondiale installée ne permettra pas de répondre à la demande de matières premières et de matériaux pour la fabrication de batteries lithium-ion¹³. La croissance de leur demande devra être comblée par l'approvisionnement issu du recyclage. Ce sera notamment le cas pour le nickel, le graphite et le lithium utilisés dans les batteries. Rappelons ici que le recyclage et la valorisation sont une occasion pour le Québec de devenir un fournisseur de minéraux critiques qui ne se trouvent pas nécessairement dans le sous-sol québécois. Le recyclage peut s'appuyer sur les technologies de traitement et de purification minière qui sont maîtrisées au Québec.

La littérature liée aux minéraux critiques et à leur recyclage est vaste. Elle insiste particulièrement sur l'importance de l'exploitation des mines urbaines, autrement dit, des déchets produits en quantité par notre société technologique et urbaine¹⁴. En fait, si les minerais critiques sont utilisés dans divers équipements électroniques, il est tout à fait pertinent d'envisager les déchets comme une ressource stratégique.

¹¹ La mine Eleonore de GoldCorp est pionnière dans ce domaine.

¹² Heckbert, D. (2019). "Mining waste for key metals", *The Northern Miner*, 105(25).

¹³ Propulsion Québec (2019). *Filière des batteries lithium-ion. Développer un secteur porteur pour l'avenir du Québec*. Avril 2019

¹⁴ Garcier, RJ et F. Verrax (2017). « Critiques, mais non recyclées : expliquer les limites au recyclage des terres rares en Europe », *Flux - Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et territoires*, 2017/2, n° 108.

L'exploitation de la mine urbaine permettrait de tirer parti d'une ressource facile d'accès contenant de bonnes concentrations de minéraux. D'ailleurs, ces gisements urbains seraient plus intéressants économiquement lorsque comparés aux coûts d'extraction des minerais¹⁵. Ceci dit, il faudra évaluer le potentiel des gisements urbains au Québec à l'instar de ce qui a été réalisé dans le cadre du projet Prosum¹⁶ qui propose un *mapping* des matériaux des gisements urbains et le flux des matériaux. Et sur la base de ces informations, un état des lieux des technologies de recyclage et de valorisation devra être réalisé en prenant en considération ce qui ressort de ces gisements. Par exemple, les procédés de recyclages des batteries lithium-ion ne sont pas les mêmes que le recyclage des aimants permanents d'éoliennes ou de moteurs électriques.

Ce dernier point est d'autant plus important puisque l'économie circulaire prend de l'ampleur. Cela est particulièrement vrai en Europe, où plusieurs directives encouragent le recyclage des batteries, des véhicules et des déchets électroniques. Or, la récupération des minéraux contenus dans les produits électroniques et les alliages peut être complexe, mais il y a tout lieu de développer ce potentiel. Un avantage important de la récupération des métaux à partir des flux de déchets est leur teneur beaucoup plus élevée en métaux que les minerais. De plus, pour que les matériaux en fin de vie deviennent une ressource efficace, il faudra mettre en place des procédés de recyclage pour les matériaux et produits actuels, mais surtout, stimuler l'innovation pour les matériaux intégrant des MCS afin que ces derniers puissent être recyclés efficacement.

PRIMA Québec recommande :

- ❖ Que le gouvernement se dote d'une stratégie visant à soutenir le développement d'un secteur québécois d'approvisionnement, de transformation en insistant sur le recyclage et la valorisation des MCS et en tenant compte des éléments suivants :
 - le soutien au développement de nouveaux procédés d'extraction, de séparation et de purification des ressources de façon à limiter les impacts environnementaux;
 - l'importance d'encourager la première, deuxième et troisième transformation pour générer davantage de retombées économiques au Québec;
 - la recherche, le développement et le déploiement de méthodes de recyclage et de valorisation en s'assurant au préalable de :
 - Procéder à l'évaluation du potentiel des gisements urbains
 - Réaliser un état des lieux des technologies de recyclage et de valorisation

Soutenir certaines filières tout en se donnant les moyens

Parmi les filières à prioriser, le Québec aurait avantage à soutenir d'emblée celles qui répondent aux objectifs de ses stratégies gouvernementales, telles que le Plan d'électrification et de changements climatiques 2020-2030.

En raison de son fort potentiel et de la croissance de la demande pour les véhicules électriques (batteries), le Québec doit prioriser le lithium, tout comme le graphite, le cobalt et le nickel. Propulsion Québec, la grappe des transports électriques et intelligents, dévoilait en avril dernier une étude¹⁷ confirmant l'immense potentiel du créneau des batteries lithium-ion au Québec. On y indique qu'à l'échelle mondiale, cette industrie est en forte croissance notamment en raison du marché florissant du véhicule électrique. On comprendra que ce contexte exercera une pression sur une série de minéraux et métaux critiques nécessaires à la fabrication de ces batteries.

¹⁵ <https://recyclinginternational.com/business/forget-about-metal-ores-urban-mining-is-13-times-cheaper/11572/>

¹⁶ http://www.prosumproject.eu/sites/default/files/DIGITAL_Final_Report.pdf

¹⁷ Propulsion Québec (2019). *Op.Cit*

Cela dit, pour s'inscrire dans la volonté gouvernementale d'augmenter les exportations du Québec afin qu'elles représentent 50 % du PIB d'ici cinq ans, il faut prioriser plusieurs minéraux et métaux, dont ceux énumérés ci-dessous, que ce soit sur le plan de l'extraction, de la transformation ou encore du recyclage de produits qui en contiennent :

- Le lithium, le néodyme, le dysprosium, le praséodyme, le cobalt, le graphite et le nickel en raison de la croissance de leur demande pour les véhicules électriques (batteries) et les technologies d'énergie renouvelable;
- Les éléments du groupe platine, lesquels ont d'excellentes propriétés physicochimiques et catalytiques (pour le pot catalytique des véhicules, pour la médecine ou encore pour la synthèse chimique de molécules et de polymères);
- Le gallium, l'indium et le tellure sont des éléments cruciaux dans la fabrication d'appareils électroniques et d'écrans tactiles;
- Les métaux réfractaires tels que le vanadium, le tantale et le titane ont également un point de fusion élevé, une densité élevée, et une résistance à la corrosion et aux acides;
- Le scandium est un élément léger des terres rares qui est utilisé dans les alliages d'aluminium pour augmenter la résistance mécanique des composantes de l'industrie aérospatiale et des équipements sportifs (cadres de vélo et bâtons de golf);
- Le magnésium, trois fois plus léger que l'aluminium, est utilisé dans l'allègement des structures telles que les sièges d'auto et les équipements électroniques portatifs (ordinateurs, appareils photo).

COREM est la plus importante organisation au Canada entièrement dédiée à la R-D en traitement de minerais. De calibre mondial, elle offre une vaste gamme de services et d'analyses en traitement de minerais aux entreprises qui explorent et développent les gisements miniers et transforment ou recyclent les substances minérales.

Il ne faut surtout pas oublier la présence d'importants groupes de recherche qui mettent l'accent sur le traitement des minéraux (de l'exploration à la valorisation, en passant par le traitement thermochimique, la séparation, la purification et la fabrication d'alliages), tels que COREM, Polytechnique Montréal, et les universités Laval et McGill. Des projets de recherche appliquée associant ces chercheurs à des entreprises du secteur ne peuvent qu'être porteurs.

Plusieurs moyens peuvent soutenir le développement de certaines filières.

- Participer activement à l'implantation d'une importante usine de batteries au lithium-ion au Québec;
- Soutenir des projets d'innovation collaborative (TRL¹⁸ 1-6) associant des entreprises et des expertises dans le cadre d'appels de projets tant

Innovation collaborative et synergies

Nemaska Lithium s'est associée à la Société Laurentide et au CNETE pour le développement de projets de chimie verte, de valorisation de peintures résiduelles et de production d'hydroxyde de lithium. Les nouvelles expertises pourront être appliquées, à moyen et long terme, pour accompagner d'autres entreprises dans la réalisation de projets de valorisation de scories, de cendres et de terres rares contenues dans les résidus.

¹⁸ TRL : *Technology readiness level* (Niveau de maturité technologique).

québécois qu'internationaux afin de développer des synergies¹⁹; il peut s'agir de projets qui soutiennent l'extraction, la purification, la transformation, le recyclage ou la création de matériaux de remplacement diminuant notre dépendance aux minéraux critiques;

- Soutenir le *dérisking* de technologies (TRL 7 et plus) et appuyer les entreprises au début du processus de commercialisation; un tel soutien permettrait aux PME de réduire la menace des risques technologiques et d'accélérer la commercialisation de leurs technologies
- Favoriser le développement et l'exploitation de gisements²⁰ pour les matériaux critiques primaires et de méthodes d'extraction des sous-produits;
- Permettre une mise en place des autorisations d'exploitation et de transformation simplifiée et rapide tout en respectant les enjeux sociaux et environnementaux;
- Soutenir les entreprises, particulièrement les jeunes pousses qui produisent des MCS à partir du recyclage.

La jeune entreprise NeoCtech a développé une technologie permettant de produire des matériaux purs présentant un taux de récupération supérieur à 80 %, et ce, à partir de résidus recyclés essentiels aux technologies propres qui ont des applications majeures dans les véhicules électriques et les énergies renouvelables. La technologie de NeoCtech est un procédé durable avec zéro émission de CO₂.

Enfin, le gouvernement du Québec et ses sociétés d'État (Investissement Québec, Ressources Québec, Hydro-Québec) devraient soutenir l'attraction d'investissements dans les filières de minéraux critiques québécoises en raison de l'ampleur des investissements requis. En effet, si on multiplie les sources de financement, notamment internationales, meilleures seront les chances d'accélérer le développement et la mise en place de filières performantes.

PRIMA Québec recommande :

- ❖ Que le gouvernement priorise les minéraux critiques qui s'inscrivent dans ses différentes stratégies soutenant la transition énergétique et numérique;
- ❖ Que le gouvernement assure un soutien financier tout au long de la chaîne d'innovation tant pour les projets d'innovation collaborative (TRL 1-6) que pour la commercialisation des technologies qui en seront issues (TRL 7 et plus) afin de stimuler l'approvisionnement, la transformation, le recyclage et la valorisation des minéraux critiques;
- ❖ Que le gouvernement mette à profit ses sociétés d'État (p. ex., Investissement Québec, Ressources Québec, Hydro-Québec) pour soutenir la création d'entreprises et pour attirer des investissements étrangers qui permettront de développer et de mettre en place des filières performantes.

Devenir un acteur d'importance dans l'approvisionnement

Le Québec a plusieurs atouts pour devenir un acteur clé : un environnement d'affaires intéressant pour l'investissement minier²¹, et un sous-sol des plus diversifiés incluant un potentiel considérable de substances comme le graphite, le lithium, le diamant, le magnésium, le scandium, les terres rares et le tantale. De plus, beaucoup de minéraux et métaux rares y existent à faible teneur. Ceux-ci sont exploités comme des sous-produits d'éléments porteurs et peuvent être extraits lors du traitement métallurgique (chimie séparative, traitement des fumées, des boues de cellules électrolytiques, etc.). Ces procédés sont

¹⁹ À cet effet, PRIMA Québec s'associera au volet 3 d'ERA-MIN, qui sera soutenu financièrement par l'Union européenne dans le cadre du prochain Horizon Europe (2021-2027). Ce sera une occasion de développer des technologies, minéraux, sous-produits et produits en lien avec les politiques des pays voulant sécuriser leurs approvisionnements.

²⁰ Pour diminuer les coûts (les mines étant en régions éloignées) et minimiser les impacts environnementaux.

²¹ <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/annual-survey-of-mining-companies-2018.pdf>

généralement énergivores et le Québec peut jouer un rôle important par son recours aux énergies vertes à faible coût²². Compte tenu de ce dernier élément, il y a tout lieu de récupérer la matière issue des mines urbaines hors Québec pour devenir un acteur incontournable du recyclage et de la valorisation.

À cela s'ajoute la volonté du Québec de doubler ses investissements étrangers d'ici cinq ans²³, d'accroître ses exportations, de diversifier ses marchés et d'accélérer la transition technologique de ses entreprises.

Pour devenir un acteur d'importance, le Québec devra – outre la mise en œuvre des recommandations précédemment suggérées - mettre de l'avant certaines actions :

- S'assurer de suivre l'évolution technico-économique pour prédire, au mieux, ce qui peut devenir critique ou non²⁴. L'aspect critique varie dans le temps selon différents facteurs. Il est important d'avoir des experts et des études pour prédire cette évolution;
- Se doter d'un plan d'exportation où il pourrait s'associer à des pays consommateurs.

Ce faisant, le Québec pourra se tailler une place importante dans la chaîne d'approvisionnement mondiale de ces ressources.

PRIMA Québec recommande :

- ❖ Que le gouvernement se dote d'un plan d'exportation visant les minéraux critiques extraits ou recyclés par des entreprises québécoises, et ce, en tenant compte de la variation potentielle du niveau de criticité des minéraux.

CONCLUSION

Les matériaux avancés jouent un rôle stratégique dans plusieurs domaines d'activité, y compris le développement de puces semi-conductrices qui permettent l'amélioration continue de nos ordinateurs, les nouveaux alliages favorisant l'allègement des véhicules et la fabrication de batteries pour véhicules électriques. Les minéraux critiques, situés en amont de la chaîne de valeur, sont d'une grande importance pour le développement de ces matériaux.

En formulant une stratégie québécoise visant à soutenir le secteur minier, mais également le secteur du recyclage des minéraux critiques, et ce, tout au long des chaînes d'innovation et du financement, le Québec pourra se tailler une place dans le marché mondial. Mais surtout, il sera en mesure de :

- ✓ Diminuer sa dépendance et faciliter l'approvisionnement et la transformation des MCS;
- ✓ Devenir un acteur d'importance dans l'approvisionnement, la transformation, le recyclage et la valorisation ;
- ✓ Développer et soutenir des filières performantes.

Enfin, cette stratégie permettra à tous les acteurs du secteur des minéraux critiques (entreprises d'exploration, de traitement, de transformation et de recyclage, jeunes pousses, etc.), appuyés par les milieux de la recherche, de développer des technologies durables qui accroîtront leur compétitivité à l'échelle internationale tout en se prémunissant contre les tensions géopolitiques actuelles.

²² <https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/09/03/2-lenergie-des-metaux/>

²³ <https://www.quebec.ca/gouv/ministere/economie/publications/plan-action-croissance-investissements-etrangiers-exportations/>

²⁴ En 2010, le gallium (Ga) était perçu comme étant critique pour les cellules photovoltaïques CISG ou CIGS (cuivre, indium, silicium, gallium). La croissance de la capacité chinoise de production du silicium et de panneaux PV a fait diminuer les prix, rendant la filière CIGS moins concurrentielle. Parallèlement, la Chine a multiplié 1) les raffineries d'alumine et 2) les unités de récupération du Ga dans ces raffineries, d'où une production de Ga devenue excédentaire et des prix historiquement bas atteints en juillet 2017. À l'inverse, on constate une forte croissance de la demande de lithium pour les batteries et du développement de nouveaux projets d'exploitation. Or, entre le moment de la découverte, les études et l'exploitation, on observe un décalage dans le temps qui pourrait faire augmenter sa criticité.