

# Portrait des chaînes de valeur des minéraux critiques et stratégiques - Volet 3

Recommandations  
Novembre 2021

# Table des matières

|  |        |
|--|--------|
| 1. Sommaire  | 1      |
| 2. Chaînes de valeur actuelles au Québec   | 5      |
| 2.1. Principales chaînes de valeur actuelles pour les minéraux critiques et stratégiques | 5      |
| 2.1.1. Le titane   | 5      |
| 2.1.2. Le cuivre   | 6      |
| 2.1.3. Le nickel   | 6      |
| 2.1.4. Le tellure  | 7      |
| 2.1.5. Le zinc   | 7      |
| 3. Chaînes de valeur futures au Québec   | 8      |
| 3.1. Principales chaînes de valeur futures pour les minéraux critiques et stratégiques   | 8      |
| 3.1.1. Le lithium  | 8      |
| 3.1.2. Le graphite   | 9      |
| 3.1.3. Composantes de batteries et leur recyclage  | 11     |
| 3.1.4. Le magnésium et scandium comme matériaux d'alliage à l'aluminium                  | 12     |
| 3.1.5. Les éléments de terres rares et le tellure  | 13     |
| 3.1.6. Autres considérations   | 14     |
| 4. Feuille de route des projets  | 15     |
| 5. Recommandations   | 16     |
| 6. Conclusion  | 21     |
| <br>Annexe : Limites d'utilisation   | <br>23 |

## Note aux lecteurs

Ce rapport est le troisième et dernier volet d'une étude produite par PwC pour le ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec dont l'objectif est de dresser un portrait ainsi que de développer une meilleure compréhension des chaînes de valeur actuelles et futures liées aux minéraux critiques et stratégiques au Québec. Le lecteur de ce rapport devrait se faire dans une compréhension générale des constats présentés dans le volet 1 de l'étude *Cartographie des chaînes de valeur des minéraux critiques et stratégiques* ainsi que ceux du volet 2 *Retombées économiques et analyse des maillons à fort potentiel*.

© PricewaterhouseCoopers LLP/s.r.l./s.e.n.c.r.l., une société à responsabilité limitée de l'Ontario, 2021. Tous droits réservés.

PwC s'entend du cabinet canadien, et quelquefois du réseau mondial de PwC. Chaque société membre étant une entité distincte sur le plan juridique. Pour de plus amples renseignements sur PwC, visiter [network-structure](http://network-structure).

# 1. Sommaire

Le Québec dispose de quelques chaînes de valeur plutôt bien développées dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques, principalement à l'étape 1 (la prospection, l'exploration, l'exploitation, le traitement, la concentration) ainsi qu'à l'étape 2 (la première transformation).

Parmi les **chaînes de valeur actuelles au Québec** pour les minéraux critiques et stratégiques, les cinq minéraux suivants sont ceux dont les chaînes sont les plus développées :

- **Le titane** : Le Québec possède la plus grande mine à ciel ouvert au monde (Rio Tinto Fer et Titane, à Havre-Saint-Pierre) et deux usines de première transformation (Rio Tinto Fer et Titane, à Sorel, et Kronos, à Varennes). D'autres projets d'extraction et de première transformation sont envisagés au Québec, incluant les avancées récentes de la transformation des résidus du titane pour y extraire le scandium et le potentiel d'extraire le vanadium en tant que sous-produit du titane dans un nouveau projet.
- **Le cuivre** : Le Québec est actif dans l'extraction du cuivre en tant que produit secondaire des mines de nickel (Glencore Raglan et Canadian Royalties Nunavik) et de zinc à la première transformation en anode de cuivre (99,1 % pureté) à la Fonderie Horne (Glencore Rouyn-Noranda) et à la seconde transformation de l'Affinerie CCR (Glencore, à Montréal-Est). Pour sa part, Nexans Canada fabrique des fils et des câbles de transmission électrique.
- **Le nickel** : Le Québec occupe une position importante dans l'extraction de nickel comme produit primaire (Glencore Raglan et Canadian Royalties Nunavik) ainsi qu'en produit secondaire des projets de production du magnésium. Il y a un potentiel d'extraction du nickel à partir du traitement des serpentines que l'on retrouve dans les résidus miniers des anciennes mines d'amiante, bien que le traitement de ces résidus soit généralement lié à l'extraction du magnésium.
- **Le tellure** : Le Québec est la plaque tournante de la production de tellure à l'échelle mondiale, avec près de 50 % de la production mondiale (5N Plus, à Montréal) produite à partir du traitement de résidus miniers.
- **Le zinc** : Le Québec est actif dans l'exploitation du zinc à plusieurs niveaux, de son extraction (Glencore Bracemac-McLeod, à Matagami, et Agnico-Eagle LaRonde, à Cadillac, en Abitibi) à la première transformation (Glencore CEZinc à Valleyfield et 5N Plus, à Montréal) et son utilisation dans des applications industrielles au Québec dans le placage et les alliages spéciaux. D'autres projets d'extraction (Abcourt-Barvue, près d'Amos en Abitibi, Horne 5, à Rouyn-Noranda en Abitibi et Lac Scott, à Chibougamau, en Abitibi) sont présentement à l'étude.

Parmi les **cinq chaînes de valeur ayant les meilleures perspectives de développement pour le Québec** au cours des 5 à 10 prochaines années, les minéraux et les applications suivantes sont ceux qui semblent représenter le plus fort potentiel de développement structurant au Québec :

- **Le lithium** : Le Québec possède une qualité de ressource de niveau mondial et de nombreux projets d'extraction, de concentration et de potentiel de première transformation. La croissance de la demande de lithium est vigoureuse notamment en raison de son importance dans les applications visant la transition énergétique. Le lithium est un minéral stratégique dans le développement, entre autres, des anodes et des cellules de batterie. Le Québec possède six projets d'extraction et de concentration de lithium en spodumène considérés comme avancés (étape 1) et un potentiel pour la première transformation en hydroxyde ou carbonate de lithium. Des investissements de l'ordre de 2,8 G\$ ont été annoncés, et d'autres seraient envisageables en première transformation si tout le spodumène produit était transformé au Québec, allant jusqu'à 2,5 G\$, au cours des 5 à 10 prochaines années. Dans l'optique où tout le spodumène était transformé au Québec, la province pourrait atteindre près de 20 % du marché mondial de la production du lithium d'ici

l'horizon 2025-2030 et devenir un acteur incontournable dans le secteur, particulièrement pour l'approvisionnement en dehors de la Chine. Outre sa caractéristique d'intrant dans la production de cellules de batterie relativement à l'électrolyte, le lithium de haute pureté est requis pour la production de certaines céramiques spécialisées pour les tables de cuisson en vitrocéramique, les glaçures et les ustensiles de cuisine très résistants à la chaleur et dans des alliages avec l'aluminium pour réduire le poids des structures dans l'industrie aéronautique.

- **Le graphite** : Le Québec possède une qualité de ressource substantielle dans un secteur où la croissance de la demande est très importante avec, actuellement, un site en exploitation (Imerys, à Lac-des-Îles et à Terrebonne) et plusieurs gisements intéressants en étape de mise en valeur (Nouveau Monde Graphite, à Matawinie et à Bécancour) ou d'études avancées (Mason Graphite, au lac Guéret et à Baie-Comeau, Focus Graphite, au lac Knife sur la Côte-Nord, Berkwood Graphite à Manicouagan et la propriété Miller de Carbon Canada, à Grenville-sur-la-Rouge). Au moment d'écrire ce rapport, des investissements de l'ordre de 1,8 G\$ étaient annoncés afin de développer des projets de première transformation du graphite. D'autres investissements sont à prévoir sur un horizon 5 à 10 ans, mais les montants envisagés ne sont pas connus. À l'heure où le graphite représente en moyenne 40 % du volume d'une batterie relativement à l'anode, les perspectives pour ce minéral sont excellentes. Le Québec pourrait devenir un contributeur important dans les chaînes de valeur liées au graphite en tant que fournisseur de matières premières et devenir un fournisseur stratégique dans un marché qui est actuellement dominé par la Chine.

Le graphite peut également être transformé en graphène, un nanomatériau qui présente un fort potentiel puisque le champ d'application de ce produit issu de la deuxième transformation est vaste et particulièrement prometteur. Le Québec possède déjà une entreprise considérée comme chef de file dans la production de graphène, Nanoxplore, qui a réussi à mettre à l'échelle un procédé de production rentable économiquement, et il existe un potentiel pour accroître les capacités. Le graphène est un matériau avancé à forte valeur ajoutée, qui peut être intégré, au Québec, dans les industries de la fabrication de pièces automobiles, de l'aéronautique et du plastique recyclé. La présence de graphite au Québec pourrait favoriser le développement de la deuxième transformation et des étapes subséquentes de transformation vers un produit fini.

- **Composantes, batteries et leur recyclage** : Le Québec, par l'importante quantité des MCS nécessaires à la production de composantes et de cellules de batterie (lithium, graphite, nickel, cobalt et cuivre) et sa connaissance technique de la chimie des batteries (Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ)), se trouve en position pour explorer le développement d'une filière des batteries au Québec et le développement de projets majeurs dans la production de composantes de batteries et de cellules de batterie. La croissance de la demande des batteries lithium-ion est estimée à 17 % pour 2019-2024 et pourrait s'accroître dans les années subséquentes alors que plusieurs juridictions sont à mettre en œuvre des réglementations et des programmes favorisant l'émergence de voitures électriques. Ayant tous les principaux minéraux sur son territoire, étant à proximité des marchés américain et européen et affichant des tarifs énergétiques avantageux par rapport à ces marchés, le Québec est doté d'un positionnement stratégique intéressant et pourrait attirer des entreprises de calibre mondial pour développer cette filière, tout en soutenant l'émergence d'acteurs locaux. L'électrification des transports s'accroît rapidement, et le Québec a l'occasion d'y jouer un rôle prépondérant et de développer la filière pour répondre à nos besoins tout comme pour soutenir les marchés mondiaux. Le recyclage des batteries en fin de vie s'avère également une avenue qui permettrait d'assurer la circularité des minéraux impliqués.

Néanmoins, même si l'opportunité apparaît intéressante, certains éléments devront être surmontés pour réaliser le développement de la filière au Québec. Par exemple, les capacités industrielles en Asie sont déjà bien installées et rendent difficile l'entrée de nouveaux acteurs. La fenêtre d'opportunités à saisir pour se positionner comme une alternative au marché asiatique est toujours présente, mais le déploiement de la filière nécessiterait des mesures incitatives gouvernementales importantes et rapides pour rendre les perspectives de rendement plus attrayantes aux yeux des investisseurs. De plus, si on retrouve quelques intégrateurs de cellules de batterie au Québec, le marché ciblé est embryonnaire comparativement aux marchés américain et asiatique. Or la proximité

des intégrateurs est un facteur important dans le choix de la localisation des usines de cellules de batterie.

- **Le magnésium et le scandium comme matériaux d'alliage à l'aluminium :** On retrouve au Québec d'importants résidus miniers amiantés dans la région de Val-des-Sources, ayant une teneur élevée en magnésium et en d'autres minéraux (silice amorphe, nickel, cobalt) pouvant être recyclés, revalorisés et réintégrés dans nos économies. Le volume des réserves est substantiel, et leur exploitation permettrait d'offrir une alternative intéressante à l'offre prédominante de la Chine actuellement. Des projets pilotes ou pré-commerciaux sont en cours et des projets commerciaux importants sont prévus par Alliance Magnésium, KSM, Eco2 Magnesia et Mag One, tous dans les régions de Val-des-Sources et de Thetford Mines. Ces projets pourraient permettre de développer une source d'approvisionnement alternative pour nos entreprises d'ici qui les utilisent dans différents alliages, dont l'aluminium, mais aussi pour les différents marchés internationaux, dont les États-Unis et l'Europe. Le développement d'une chaîne de valeur au Québec pourrait aussi favoriser l'émergence d'autres dérivés industriels et d'opportunités en seconde transformation, dont la production d'équipements sportifs ou des capacités de fonderie d'alliages aluminium-magnésium.

On a récemment développé au Québec la capacité d'extraire l'oxyde de scandium de haute pureté des flux de déchets de la production de dioxyde de titane à l'usine Rio Tinto Fer et Titane de Sorel. La production ciblée de trois tonnes par an représente entre 15 et 20 % de la production mondiale, et Rio Tinto Fer et Titane a la capacité d'ajouter d'autres modules pour multiplier le niveau de production actuel si le marché le requiert. Le scandium est principalement utilisé dans la production d'alliages aluminium-magnésium-scandium afin d'améliorer les propriétés mécaniques et de résistance de cet alliage en maintenant la densité tout en réduisant son poids. Il est principalement utilisé dans la production de composantes pour l'industrie aéronautique, d'articles de sport, de lampes aux halogénures métalliques à haute intensité et d'armes à feu. La capacité d'alimenter les alumineries avec cet alliage (Rio Tinto étant propriétaire de l'usine produisant le scandium ainsi qu'une partie de la production d'aluminium allié au Québec) pourrait permettre de créer de nouvelles recettes pour les alliages et d'augmenter sa demande.

- **Les éléments de terres rares et le tellure :** On retrouve trois projets d'exploitation minière en étude au Québec et un projet de recyclage des terres rares contenues dans les aimants permanents. La disponibilité des éléments de terres rares pour plusieurs applications en technologies et en télécommunications, dont les semi-conducteurs, est devenue difficile, voire insuffisante, et l'approvisionnement actuel provient majoritairement de la Chine, ce qui inquiète plusieurs pays occidentaux. L'appétit international pour le développement d'autres acteurs que la Chine dans la chaîne de valeur des terres rares est évident, et le Québec présente un potentiel intéressant pour répondre à ce besoin. Dans l'optique de garantir leur approvisionnement, il ne serait pas impossible qu'un pays comme les États-Unis soit aussi prêt à investir dans des projets de transformation des terres rares au Québec. De plus, le Québec possède une part de marché importante de tellure de haute pureté, un élément essentiel à la production des panneaux solaires à base de tellure de cadmium (CdTe) ainsi qu'à la fabrication de dispositifs thermoélectriques. Ainsi, on note un potentiel pour le développement d'une industrie des cellules photovoltaïques pour les panneaux solaires à couches minces ou pour les satellites.

De plus, la fabrication additive présente une avenue de développement intéressante pour le Québec. Puisque ces processus de fabrication peuvent inclure l'utilisation des métaux (aciers, aluminium, cobalt-chrome, nickel, titane, etc.) et de céramiques (potentiel pour le lithium), il y aurait une opportunité de mise en valeur des MCS par l'accroissement des capacités de production des poudres métalliques ainsi que par l'utilisation accrue de ces procédés. La fabrication additive peut être appliquée à plusieurs secteurs clés de l'économie québécoise comme le matériel de transport terrestre, l'aérospatiale, l'énergie, la santé, la fabrication d'équipements et les outillages industriels. Même si l'impact économique du secteur de la fabrication additive reste à démontrer à grande échelle, il demeure que ses applications pourraient avoir des retombées stratégiques pour les industriels québécois.

Pour les cinq chaînes de valeur futures retenues étant les plus prometteuses, la **Feuille de route des principaux projets liés à ces chaînes de valeur futures** recense 22 projets devant être exécutés pour la période 2021-2025 et au-delà de celle-ci ainsi que deux entreprises en exploitation. Ces projets ont un coût total d'exécution estimé à 6,8 G\$ et comprennent les activités d'exploration, de première et seconde transformation. Ces projections financières ne comprennent pas le potentiel d'autres usines de seconde transformation moins avancées, de la construction d'une usine de composantes ou de cellules de batterie, ainsi que les investissements potentiels dans d'autres secteurs d'applications industrielles.

Afin de favoriser l'essor de ces nouvelles chaînes, quelques recommandations émergent des entretiens avec les différentes entreprises sondées :

1. Faciliter l'accélération des investissements en exploitation et en concentration en atténuant les freins existants;
2. Contribuer à des solutions pour diminuer l'importance du capital à injecter et la durée de développement des sites;
3. Optimiser la logistique entre les mines et les sites de première transformation pour réduire les coûts;
4. Appuyer l'essor de la filière des batteries par la concertation des acteurs et la participation dans des investissements structurants;
5. Mettre en place un contexte économique et réglementaire favorisant la réutilisation et le recyclage des minéraux.

Le Québec est devant l'opportunité extraordinaire de développer de nouvelles chaînes de valeur et des secteurs de pointe dans un horizon de temps très rapproché, propulsé par la qualité de ses ressources et la robustesse de la demande mondiale pour ces produits.

Cette opportunité représente cependant un défi de taille, soit d'assurer un appui financier massif qui permettra l'essor industriel du Québec dans les différentes chaînes de valeur porteuses, dans un environnement où d'autres projets d'infrastructure majeurs sont déployés en parallèle, s'appuyant sur un bassin de ressources locales déjà très sollicité. Il faut aussi considérer le volume de dossiers à traiter par les instances réglementaires, tels que le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), afin que les projets obtiennent les autorisations requises d'aller de l'avant. Il est impératif que tous les acteurs progressent au même rythme pour saisir cette opportunité extraordinaire et structurante pour le Québec.

## 2. Chaînes de valeur actuelles au Québec

Le Québec dispose de quelques chaînes de valeur plutôt bien développées dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques, principalement à l'étape 1 (prospection, exploration, exploitation, traitement, concentration) et à l'étape 2 (première transformation).

### 2.1. Principales chaînes de valeur actuelles pour les minéraux critiques et stratégiques

Afin d'identifier les chaînes de valeur actuelles au Québec, nous avons examiné l'impact des activités sur les différents maillons de la chaîne ainsi que leur portée à l'échelle mondiale. Parmi les **cinq chaînes de valeur actuelles les plus développées au Québec** pour les minéraux critiques et stratégiques, les minéraux suivants sont ceux dont les chaînes sont les plus développées :

#### 2.1.1. Le titane

Le titane fait partie d'une chaîne de valeur bien établie au Québec depuis plus de 70 ans. On y retrouve la plus grande mine à ciel ouvert au monde (Rio Tinto Fer et Titane, à Havre-Saint-Pierre) et deux usines de première transformation (Rio Tinto Fer et Titane, à Sorel, et Kronos, à Varennes). Ces opérations produisent du dioxyde de titane et d'autres produits dérivés, tels que les poudres métalliques à base de fer et les poudres de fonte en gueuses de haute pureté.

Le dioxyde de titane est typiquement transformé en pigment de titane, qui est utilisé dans différents secteurs industriels (peinture, papier, plastique) dans l'industrie alimentaire, dans les alliages de titane pour l'aviation commerciale et la défense. La majorité de la production est exportée, en grande partie aux États-Unis, car peu d'activités produisant des applications industrielles utilisant le titane ont lieu au Québec.

Les réserves d'ilménite demeurent significatives au Québec et permettent d'alimenter en grande partie les opérations de Rio Tinto Fer et Titane, à Sorel. Certes, le parc de transformation industriel est âgé, mais la capacité installée demeure compétitive, appuyée par un savoir-faire important et des coûts d'énergie concurrentiels. Le Québec occupe une place non négligeable dans le marché mondial du titane avec une part de marché de près de 10 %<sup>1</sup> en termes d'extraction d'ilménite et de 5 % en termes de transformation en dioxyde de titane<sup>2</sup>, dans un marché qu'on projette de faire croître à un taux de croissance annuel composé de 5 % pour la période 2019-2030<sup>3</sup>.

D'autres projets d'extraction et de première transformation sont envisagés au Québec, incluant les avancées récentes de la transformation des résidus du titane pour y extraire le scandium à l'usine Rio Tinto Fer et Titane, le nouveau procédé de première transformation du dioxyde de titane à faible température développé par Splendor Titanium et le potentiel d'extraire le vanadium en sous-produit du titane dans un nouveau projet de Métaux Blackrock. Ces différents projets pourraient venir renforcer la chaîne de valeur du titane au Québec et rajeunir l'âge moyen des actifs.

---

<sup>1</sup> USGS. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, janvier 2020.

<sup>2</sup> Technavio, 2020.

<sup>3</sup> Global Market Insights.

### 2.1.2. Le cuivre

Le cuivre est un autre minerai ancré dans le développement industriel du Québec, dont la chaîne de valeur y est établie depuis plus de 90 ans. Il est extrait à titre de produit secondaire dans les mines de nickel Glencore Raglan et Canadian Royalties Nunavik, dans la mine de zinc Bracemac-McLeod et dans la mine d'or LaRonde. Cependant, la production ne représente que moins de 0,1 % de la production mondiale.

Le Québec se distingue plutôt par l'usine de première transformation d'anode de cuivre (99,1 % de pureté) à la Fonderie Horne (Glencore Rouyn-Noranda) et une usine de seconde transformation de l'Affinerie CCR (Glencore, à Montréal-Est, depuis 1931). Les anodes de cuivre produites sont par la suite transformées en câbles électriques, en alliages spéciaux, en soudures et en placages à base de cuivre. Nexans est un acteur important de la troisième transformation du cuivre au Québec. Le cuivre est un élément essentiel à l'électrification des transports et à la décarbonisation de nos économies, et environ 75 % de sa production est utilisée pour fabriquer des câbles de cuivre pour le transport d'électricité. La part de marché du cuivre de première transformation (un peu moins de 1 %) et de seconde transformation (un peu plus de 1 %) représente une contribution modeste au secteur mondial du cuivre. Cependant, dans l'optique de l'essor de la transition énergétique et de l'électrification des transports, ce métal sera en grande demande et les capacités d'approvisionnement locales quant à celui-ci seront importantes.

Plusieurs autres projets miniers au Québec, avec le cuivre comme sous-produit, sont actuellement en étude et envisagés. On y dénombre le projet de nickel-cuivre d'Hawk Ridge de Nickel North, le projet d'or-cuivre d'Harfang Exploration à la Baie-James, le projet de nickel-cuivre Nisk de Critical Elements Corporation, le projet d'or-cuivre de Québec Copper and Gold, le projet d'or-cuivre de Doré Copper et le projet Lac Scott de Ressources Yorbeau qui vise à exploiter le zinc en tant que produit principal et le cuivre en sous-produit.

### 2.1.3. Le nickel

Le nickel est exploité au Québec depuis plus de 25 ans, principalement au Nunavik, et fait également partie d'une chaîne de valeur bien développée conjointement avec l'Ontario. Il est extrait dans les mines de nickel Glencore Raglan et Canadian Royalties Nunavik. Cependant, le minerai concentré produit à la mine Raglan est principalement transformé à Sudbury, en Ontario, et celui de Canadian Royalties, en Finlande.

La croissance de la demande en nickel pour la production de batteries est importante, ce qui incite les acteurs de l'industrie à chercher d'autres sources d'approvisionnement, particulièrement celles qui sont de « classe 1 », qui possèdent un niveau de pureté plus élevé et qui sont plus économique à transformer en nickel de grade « batterie ». La part de marché du nickel québécois représente près de 2 % de la production mondiale.

Plusieurs autres projets miniers au Québec, ayant le nickel comme produit principal, sont actuellement en étude et envisagés au Québec. Parmi ceux-ci, on retrouve :

- le projet nickel-cobalt de Dumont Nickel de Magneto Investments;
- le projet nickel-cuivre d'Hawk Ridge de Nickel North;
- le projet de nickel-cuivre Nisk de Critical Elements Corporation;
- le projet de nickel lac Rocher de Victory Nickel;
- le projet nickel Grasset de Wallbridge.



#### **2.1.4. Le tellure**

Le tellure est l'un des minéraux essentiels à la transition énergétique. Il est utilisé dans les composés de semi-conducteurs pour les principaux fabricants de panneaux solaires à couches minces.

Montréal est la plaque tournante de la production de tellure à l'échelle mondiale, et près de 50 % de la production mondiale (5N Plus à Montréal) est produite à partir du traitement de résidus miniers. 5N Plus est le premier producteur mondial de tellure et de composés de tellure de haute pureté.

Le tellure, en plus d'être utilisé dans la production de panneaux solaires et de détecteurs de rayonnement, est essentiel dans une multitude d'applications industrielles et métallurgiques. Il est un élément clé des composants thermoélectriques utilisés dans les appareils de chauffage et de climatisation. Parmi les utilisations thermoélectriques les plus fréquentes, mentionnons la production d'énergie, la récupération de chaleur et le contrôle de la température des sièges automobiles<sup>4</sup>.

On ne prévoit pas de projet additionnel à court terme ou l'arrivée d'autres acteurs dans ce secteur.

#### **2.1.5. Le zinc**

Le zinc fait partie d'une chaîne de valeur qui a une longue histoire au Québec. Elle est établie depuis près de 60 ans dans la province, ancrée à Valleyfield (CEZinc), dans la grande région de Montréal. L'entreprise a été fondée pour affiner le zinc. La galvanisation de l'acier est la principale utilisation finale du zinc. Le zinc est aussi utilisé pour la fabrication d'alliages, pour la production de laiton et de bronze et pour d'autres applications diverses.

Le Québec est présent à plusieurs étapes de la chaîne de valeur du zinc : l'extraction (Glencore Bracemac-McLeod, à Matagami, et Agnico-Eagle LaRonde, à Cadillac en Abitibi), la première transformation (Glencore CEZinc, à Valleyfield, et 5N Plus, à Montréal) et son utilisation industrielle (principalement dans le placage et les alliages spéciaux). Sa transformation représente une part du marché mondial de près de 0,5 %.

D'autres projets d'extraction sont en étude, soit Abcourt-Barvue près d'Amos en Abitibi, Horne 5, à Rouyn-Noranda en Abitibi, et lac Scott, à Chibougamau en Abitibi.

---

<sup>4</sup> [https://www.5nplus.com/files/3/FR\\_5NP-55%20Brochure%20produits%202015\\_2016-08-17-11-55.pdf](https://www.5nplus.com/files/3/FR_5NP-55%20Brochure%20produits%202015_2016-08-17-11-55.pdf).

# 3. Chaînes de valeur futures au Québec

Le Québec dispose de quelques chaînes de valeur plutôt prometteuses dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques, principalement aux étapes 1 et 2 (prospection, exploration, exploitation, traitement, concentration et première transformation), avec un potentiel important à l'étape 3 liée aux composantes et aux cellules de batterie.

## 3.1. Principales chaînes de valeur futures pour les minéraux critiques et stratégiques

Afin d'identifier les chaînes de valeur futures au Québec, nous avons examiné l'impact économique prévu des investissements annoncés et en cours dans les différents maillons de la chaîne ainsi que leur portée à l'échelle mondiale. Ainsi, nous avons ciblé quatre chaînes de valeur qui se définissent principalement autour des minéraux les plus prometteurs et leurs potentielles applications ainsi qu'une chaîne de valeur liée à des applications industrielles :

- Le lithium
- Le graphite
- les composantes de batterie et leur recyclage
- Le magnésium
- Les éléments des terres rares et le tellure

Les applications industrielles retenues pour cette analyse correspondent à celles relevées dans le Rapport 2 :

- L'électrification des transports et les énergies renouvelables
- Les alliages et les matériaux avancés
- Les technologies, les télécommunications et la défense

### 3.1.1. Le lithium

#### Secteurs d'applications industrielles prioritaires

- ✓ Électrification des transports et énergies renouvelables
- ✓ Alliages et matériaux avancés

Le lithium est une chaîne de valeur émergente au Québec et possède un potentiel important. Lithium Amérique du Nord a commencé l'extraction et la concentration de lithium dans la région de Val d'Or, en Abitibi, en 2017, mais ses activités ont été interrompues en 2018 faute de rentabilité économique.

En plus des activités de Lithium Amérique du Nord, on dénombre plusieurs projets d'extraction à différents stades de développement, de concentration et de première transformation qui visent à mettre en valeur les ressources de qualité mondiale du Québec<sup>5</sup>. La croissance de la demande est vigoureuse pour ce minéral étant donné son importance dans les solutions liées à la transition énergétique. Le lithium est un minéral stratégique dans ce domaine, notamment en raison de sa prépondérance dans la production d'anodes et de cellules de batterie (batterie lithium-ion).

Outre les batteries, le lithium de haute pureté est requis pour la production de certaines céramiques spécialisées pour les tables de cuisson en vitrocéramique, les glaçures et les ustensiles de cuisine très résistants à la chaleur. Le projet Rose Lithium de Critical Elements compte d'ailleurs utiliser près de 25 % de sa production à cet effet. Le lithium peut aussi être utilisé dans des alliages avec l'aluminium, pour réduire le poids des structures dans l'industrie aéronautique, tout en maintenant ou en améliorant la rigidité de celle-ci. Les alliages lithium-aluminium sont utilisés pour la fabrication de composantes comme les stabilisateurs, le réservoir du carburant, le fuselage et la structure de support.

Le Québec possède six projets d'extraction et de concentration de lithium en spodumène avancés (étape 1), dont North-American Lithium (maintenant détenue par Sayona Québec), Nemaska Lithium, le projet James Bay de Galaxy Lithium (maintenant Orocobre), le projet Rose de Critical Elements et les projets Moblan (en copropriété avec SOQUEM) et Authier de Sayona Québec, et du potentiel pour la première transformation en hydroxyde ou carbonate de lithium.

Des investissements annoncés de l'ordre de 2,8 G\$ ainsi que d'autres envisageables en première transformation, advenant que tout le spodumène produit soit transformé au Québec de l'ordre de 2,5 G\$ au cours des 5 à 10 prochaines années. Dans l'optique où tout le spodumène est transformé au Québec, le Québec pourrait atteindre près de 20 % du marché mondial de la production de lithium d'ici l'horizon 2025-2030 et devenir un acteur incontournable dans le secteur, particulièrement pour garantir les chaînes d'approvisionnement en dehors de la Chine.

### 3.1.2. Le graphite

#### Secteurs d'applications industrielles prioritaires

- ✓ Électrification des transports et énergies renouvelables
- ✓ Alliages et matériaux avancés
- ✓ Technologies, télécommunication et défense

Le graphite est une nouvelle chaîne de valeur émergente au Québec et possède un potentiel important. Imerys Graphite a commencé l'extraction à Lac-des-Îles dans les Laurentides, en 1989, et la concentration à Terrebonne. Le volume d'activités demeure limité alors que le gîte minier approche de sa fin de vie.

On retrouve au Québec une quantité substantielle de graphite de haute qualité alors que cette ressource connaît une croissance importante de la demande. Plusieurs gisements intéressants sont présentement à l'étape de mise en valeur (Nouveau Monde Graphite, à Matawinie et à Bécancour et le projet La Loutre de Lomiko Metals) ou d'études avancées (Mason Graphite, au lac Guéret et à Baie-Comeau, Focus Graphite, au lac Knife sur la Côte-Nord, Berkwood Graphite dans le Manicouagan et la propriété Miller de Carbon Canada, à Grenville-sur-la-Rouge).

---

<sup>5</sup> Pour un portrait plus précis, veuillez vous référer au Rapport 2.

Au moment d'écrire ce rapport, on recensait des investissements de l'ordre de 1,8 G\$ visant à soutenir des projets en première transformation. D'autres projets sont également prévus sur un horizon de 5 à 10 ans, mais les montants envisagés ne sont pas disponibles. À l'heure où le graphite représente en moyenne 40 % du volume d'une batterie, les perspectives pour ce minéral sont excellentes. Le Québec pourrait devenir un contributeur important dans le secteur alors que l'approvisionnement est actuellement dominé par la Chine.

### *L'industrie du graphène: plusieurs opportunités à saisir*

Au-delà de la filière batterie, le graphène présente un fort potentiel de croissance et pourrait soutenir une industrie qui commence déjà à s'établir au Québec. Le dépôt Miller de Carbon Canada pourrait produire un graphite de spécialité à plus grande valeur ajoutée pour des applications de haute technologie. NanoXplore, une entreprise qui produit du graphène, est, à l'heure actuelle, en mesure de fournir de la poudre de graphène à haut volume pour les marchés industriels. L'entreprise prévoit augmenter sa production à 10 000 tonnes par an dans les prochaines années et vient de signer une entente avec l'agence de protection environnementale américaine afin d'autoriser l'utilisation commerciale de son produit phare, GrapheneBlack, comme additif pour les thermoplastiques, les thermodurcissables et les caoutchoucs, sans limitation de volume annuel. Ainsi, on observe déjà un fort potentiel d'exportation d'un produit à forte valeur ajoutée.

Il existe également un potentiel à utiliser le graphène dans les procédés industriels au Québec et les matériaux avancés, notamment pour soutenir l'industrie du plastique recyclé. À cet effet, il est le seul additif commercialisable qui permet une utilisation accrue du plastique recyclé dans le produit fini, tout en améliorant grandement les résultats des principaux indicateurs de rendement, incluant le module de flexion, la résistance ultime, la résistance à l'oxydation et la durabilité à long terme afin de respecter les critères de résistance à la compression et les tests de résistance à la compression et à la tension excessive. Notons que l'industrie du plastique est bien implantée au Québec et que le développement de composites de niche, offrant des propriétés environnementales recherchées, pourrait soutenir le positionnement stratégique de la province dans ce secteur.

Le graphène pourrait également être amené à être davantage utilisé dans le secteur aéronautique puisque, de par sa haute conductivité électrique, il permet de dissiper les impacts de la foudre – un problème souvent rencontré en haute altitude. Ainsi, un revêtement composé d'une résine renforcée par du graphène est utilisé en remplacement des revêtements métalliques. Sa faible densité permet d'obtenir des matériaux plus légers que ceux d'origine, limitant la masse de l'appareil et donc la consommation de carburant.

Puisque le graphène est reconnu pour être plus résistant que l'acier tout en étant plus léger, il est appelé à être davantage utilisé dans les pièces de structure automobile. Le graphène peut également être intégré dans la fabrication de pneus afin de non seulement améliorer leur efficacité, mais aussi leur durée de vie (réduisant par la même occasion les déchets de pneus). Des fabricants comme Ford évaluent la possibilité de l'utiliser dans les mousses insonorisantes afin d'en améliorer les propriétés.

Finalement, par sa forte conductivité électrique, le graphène est un candidat idéal en tant qu'électrode pour les batteries lithium-ion et les supercondensateurs puisqu'il permettra une recharge particulièrement rapide. En ce sens, le Québec détient une opportunité si le secteur de la deuxième transformation était en mesure d'accroître ses capacités de production. Le graphène est un produit à très forte valeur ajoutée, et la province possède la matière première et la technologie pour le produire de façon économiquement rentable.

### 3.1.3. Composantes de batteries et leur recyclage

#### Secteurs d'applications industrielles priorisées

✓ Électrification des transports et énergies renouvelables

Le Québec, par l'importante quantité de ressources disponibles dans le secteur des principaux minéraux critiques et stratégiques nécessaires à la production de composantes et de cellules de batterie (lithium, graphite, nickel, cobalt et cuivre) et sa connaissance technique de la chimie des batteries par la recherche poursuivie à l'IREQ, se trouve dans une position enviable pour explorer le développement d'une filière des batteries au Québec et le développement de projets majeurs dans la production de composantes et de cellules de batterie. De plus, le Québec a toujours disposé de tarifs d'électricité avantageux pour ce type de transformation industrielle au Québec comparativement aux autres juridictions en Amérique du Nord et d'un intérêt public réel dans le développement de ce maillon de la chaîne de valeur.

La croissance de la demande de batteries lithium-ion est estimée à 17 % pour l'horizon 2019-2024 et elle pourrait s'accroître dans les années subséquentes alors que plusieurs juridictions sont à mettre en œuvre des réglementations et des programmes favorisant l'émergence de voitures électriques. Le Québec possède tous les principaux minéraux sur son territoire et il est relativement proche des marchés américain et européen, tout en affichant des tarifs énergétiques avantageux. Ainsi, le Québec est doté d'un positionnement stratégique très intéressant et plusieurs facteurs seraient propices à attirer des entreprises de calibre mondial pour y développer une filière, tout en soutenant l'émergence d'acteurs locaux. L'électrification des transports s'accroît rapidement et le Québec a une opportunité importante de jouer un rôle prépondérant dans le développement de cette filière pour répondre à nos besoins tout comme pour soutenir les marchés mondiaux.

Néanmoins, le développement de la filière peut se consolider à court terme par une plus grande intégration des activités en amont de la chaîne de valeur, c'est-à-dire par la mise en valeur des activités d'exploitation et de transformation des matières premières en matériaux de qualité pour les batteries (et possiblement de qualité intermédiaire en parallèle pour aborder d'autres marchés). À moyen terme, l'objectif serait de se positionner dans les chaînes de valeur mondiales en tant que fournisseur de matériaux à haute valeur ajoutée. Graduellement, il serait aussi possible de continuer l'intégration, soit par un soutien à la croissance des capacités de production de matériaux actifs et de composantes (anodes, cathodes, électrolytes ou autres), soit par la construction d'une usine de production de cellules de batterie. En parallèle, le maillon du recyclage pourrait gagner en traction et contribuer au positionnement favorable du Québec dans la chaîne de valeur mondiale. La circularité des matériaux deviendra rapidement un enjeu et une condition afin de soutenir une transition énergétique à faible empreinte écologique. Avec le projet pilote de Recyclage Lithion, le Québec a démontré sa capacité à mettre à l'échelle une technologie entièrement développée sur le territoire.

Ajoutons que le Québec possède quelques acteurs dans les maillons plus avancés de la chaîne, dont le projet d'usine d'assemblage de batteries de Lion Électrique, en construction, d'une capacité de production prévue de 14 000 batteries par an. L'entreprise du Royaume-Uni, British Volt, a également commencé une étude préliminaire pour une usine de production de cellules. On pourrait aussi envisager le potentiel d'industrialisation des solutions de stockage développées par EVLO au Québec advenant une production locale de cellules de batterie ainsi que la production de composantes de batterie au Québec en vertu des minéraux nécessaires existants. Dans tous les cas, une plus grande concentration d'acteurs dans ces étapes avancées de la chaîne procure un effet structurel à la filière.

### 3.1.4. Le magnésium et scandium comme matériaux d'alliage à l'aluminium

#### Secteurs d'applications industrielles prioritaires

✓ Alliages et matériaux avancés

Le magnésium est l'un des minéraux critiques et stratégiques dans la transition énergétique, et il est le troisième métal structurel le plus couramment utilisé après le fer et l'aluminium. Il contribue à développer des matériaux et des alliages super-résistants et légers qui contribuent à réduire le poids de composantes destinées, entre autres, aux équipements de transport (avions, camions, automobiles).

Au Québec, on retrouve d'importants résidus miniers amiantés dans la région de Val-des-Sources, ayant une teneur élevée en magnésium et en d'autres minéraux (silice amorphe, nickel, cobalt) pouvant être recyclés, revalorisés et réintégrés dans nos économies. Le volume des réserves est substantiel et leur exploitation permettrait d'offrir une alternative intéressante à l'offre prédominante de la Chine.

Des projets pilotes ou pré-commerciaux sont en cours ou prévus par Alliance Magnésium, KSM, Eco2 Magnesia et Mag One, tous dans les régions de Val-des-Sources et de Thetford Mines. Ces projets pourraient permettre de développer une source d'approvisionnement alternative pour nos entreprises d'ici, qui les utilisent dans différents alliages, dont l'aluminium, mais aussi pour les différents marchés internationaux, dont les États-Unis et l'Europe. Le développement d'une chaîne de valeur au Québec pourrait aussi favoriser l'émergence d'autres dérivés industriels et d'opportunités de transformation additionnelle. Parmi celles-ci, on y retrouve les équipements sportifs à base de magnésium et le développement de nouvelles capacités de fonderie pour des alliages. L'alliage aluminium-magnésium est recherché principalement dans l'industrie aérospatiale, car il contient une densité plus faible tout en supportant une charge de colonne plus élevée par unité de poids.

Des investissements de l'ordre de 1,1 G\$ ont été annoncés et d'autres sont envisageables en transformation additionnelle du magnésium au Québec au cours des 5 à 10 prochaines années. Avec les projets annoncés au Québec, la production de magnésium au Québec pourrait atteindre près de 7 % du marché mondial d'ici 2025, avec un potentiel additionnel, et devenir un acteur incontournable dans le secteur, particulièrement pour l'approvisionnement en dehors de la Chine.

On a récemment développé au Québec la capacité d'extraire l'oxyde de scandium de haute pureté des flux de déchets de la production de dioxyde de titane à l'usine Rio Tinto Fer et Titane de Sorel. La production ciblée de trois tonnes par an représente entre 15 et 20 % de la production mondiale, et un multiple de la production actuelle de Rio Tinto pourrait être atteignable si le marché le requiert.

De son côté, l'alliage aluminium-magnésium-scandium augmente la limite d'élasticité tout en préservant la densité et la résistance à la corrosion tout en réduisant son poids. De plus, l'ajout de scandium permet d'augmenter la qualité des joints soudés en réduisant leur fissuration et en augmentant la résistance à l'usure. Il est principalement utilisé dans la fabrication de composantes pour l'industrie aéronautique, d'articles de sport, de lampes aux halogénures métalliques à haute intensité et d'armes à feu.

La capacité d'alimenter les alumineries avec cet alliage<sup>6</sup> pourrait permettre de créer de nouvelles recettes relatives aux alliages et d'augmenter sa demande. L'émergence de ces alliages, avec un accès accru à de l'approvisionnement en minéraux du Québec, pourrait inciter certains centres de coulée d'aluminium à investir dans des capacités additionnelles (fours, tables de coulée, moules).

<sup>6</sup> Rio Tinto étant propriétaire de l'usine produisant le scandium ainsi que d'une partie de la production d'aluminium allié au Québec.

### 3.1.5. Les éléments de terres rares et le tellure

#### Secteurs d'applications industrielles prioritaires

- ✓ Électrification des transports et énergies renouvelables
- ✓ Technologies, télécommunications et défense

La disponibilité des terres rares pour plusieurs applications en technologies et en télécommunications, dont les semi-conducteurs, est devenue difficile, voire insuffisante, et l'approvisionnement actuel provient majoritairement de la Chine, ce qui inquiète plusieurs pays occidentaux. L'appétit international pour le développement d'autres acteurs que la Chine dans la chaîne de valeur des terres rares est évident, et le Québec présente un potentiel intéressant pour répondre à ce besoin.

On retrouve cinq projets d'exploitation minière en étude au Québec (Strange Lake de Torngat Metals, Ashram de Commerce Resources Corp., Montviel de Géoméga, Kwijibo de SOQUEM et Kipawa de Vital) et un projet de première transformation d'éléments de terres rares à base d'aimants à partir de composantes recyclées par Géoméga.

Par ailleurs, les poudres de terres rares produites par Geomega sont considérées comme étant de haute pureté et son marché visera les producteurs d'aimants permanents que l'on retrouve dans les éoliennes. À l'heure actuelle, il n'y a pas de demande au Québec pour les produits qui seraient générés par l'entreprise et ils seraient voués à l'exportation<sup>7</sup>. Or, la demande pour les éoliennes est amenée à croître substantiellement et les avancées technologiques ont permis de soutenir des améliorations importantes depuis les années 1990. Comme le Québec produit déjà des structures d'éolienne (par exemple, Marmen), il existe une opportunité de développer d'autres maillons, notamment par la production d'aimants permanents. Si les projets éoliens au Québec sont relativement modestes, d'autres juridictions, dont l'est des États-Unis, le Japon et l'Europe, misent davantage sur le déploiement de cette forme d'énergie afin de verdir leur économie. Ainsi, il existe un potentiel d'exportation intéressant pour le Québec si le secteur industriel arrive à produire certains éléments de la chaîne de valeur à coût compétitif.

Des investissements de l'ordre de 1,2 G\$ sont présentement en évaluation pour l'exploitation des éléments de terres rares au Québec au cours des 5 à 10 prochaines années. Avec les projets annoncés au Québec, le Québec pourrait atteindre près de 10 % du marché mondial de l'extraction de terres rares d'ici 2025 et devenir un acteur incontournable dans le secteur de l'approvisionnement en dehors de la Chine.

Dans l'optique de garantir leur approvisionnement, il ne serait pas impossible qu'un pays comme les États-Unis soit aussi prêt à investir dans des projets de transformation des terres rares au Québec.

De plus, le Québec possède une part de marché importante de tellure de haute pureté, un élément essentiel à la production des panneaux solaires à base de tellurure de cadmium (CdTe) ainsi qu'à la fabrication de dispositifs thermoélectriques. Ainsi, on note un potentiel pour le développement d'une industrie des cellules photovoltaïques pour les panneaux solaires à couches minces ou pour les satellites.

---

<sup>7</sup> Entrevue Géoméga.



### 3.1.6. Autres considérations

De plus, avec la montée de la fabrication additive, une opportunité d'augmenter le volume de production de pièces à partir de poudres métalliques contenant des minéraux critiques et stratégiques pourrait se développer au Québec. La fabrication additive est une méthode de conception et de fabrication assistée par ordinateur portant sur la mise en forme d'une pièce en juxtaposant plusieurs couches de polymère, de métal (aciers, aluminium, cobalt-chrome, nickel, titane, etc.), de céramique, de composites ou de matières organiques.

Plusieurs secteurs clés de l'économie québécoise (matériel de transport terrestre, aérospatiale, énergie, santé, équipements et outillages industriels) explorent les applications potentielles ou l'utilisent. Néanmoins, l'impact économique du secteur de la fabrication additive reste à démontrer à grande échelle puisque l'utilisation du produit est aujourd'hui centrée sur des prototypes, ou dans certains cas, des pièces de remplacement à faible volume de roulement, et que le niveau de maturité technologique des différents processus est variable. Il demeure que ses applications pourraient avoir des retombées stratégiques pour les industriels québécois. En effet, ces procédés permettent, entre autres de fabriquer des produits qui répondent mieux aux exigences du marché, réduisent le temps nécessaire aux processus de recherche et de développement (R et D) et, par le fait même, les coûts de prototypage et ultimement de mise en marché des produits.

La province bénéficie d'un avantage compétitif dans le domaine des matériaux avancés. Elle bénéficie de la présence, sur son territoire, de deux des plus grands producteurs mondiaux de poudres métalliques en fabrication additive (AP&C et Tekna). De plus, l'écosystème de R et D est bien établi au Québec. En 2019, le Centre de métallurgie du Québec a reçu un soutien financier de 7 M\$ des gouvernements provincial et fédéral pour un projet visant à mettre au point de nouveaux alliages métalliques spécialement destinés à la fabrication additive. De plus, plusieurs grandes entreprises des secteurs clés du Québec sont engagées, en R et D, dans ces processus de fabrication (par exemple : Bombardier, Pratt et Whitney, Kinova, CAMSO, Médicus). Néanmoins, la province accuse un certain retard dans la mise en application des processus de fabrication additive, si bien que, à l'heure actuelle, la presque totalité de la production de poudres métalliques au Québec est exportée.

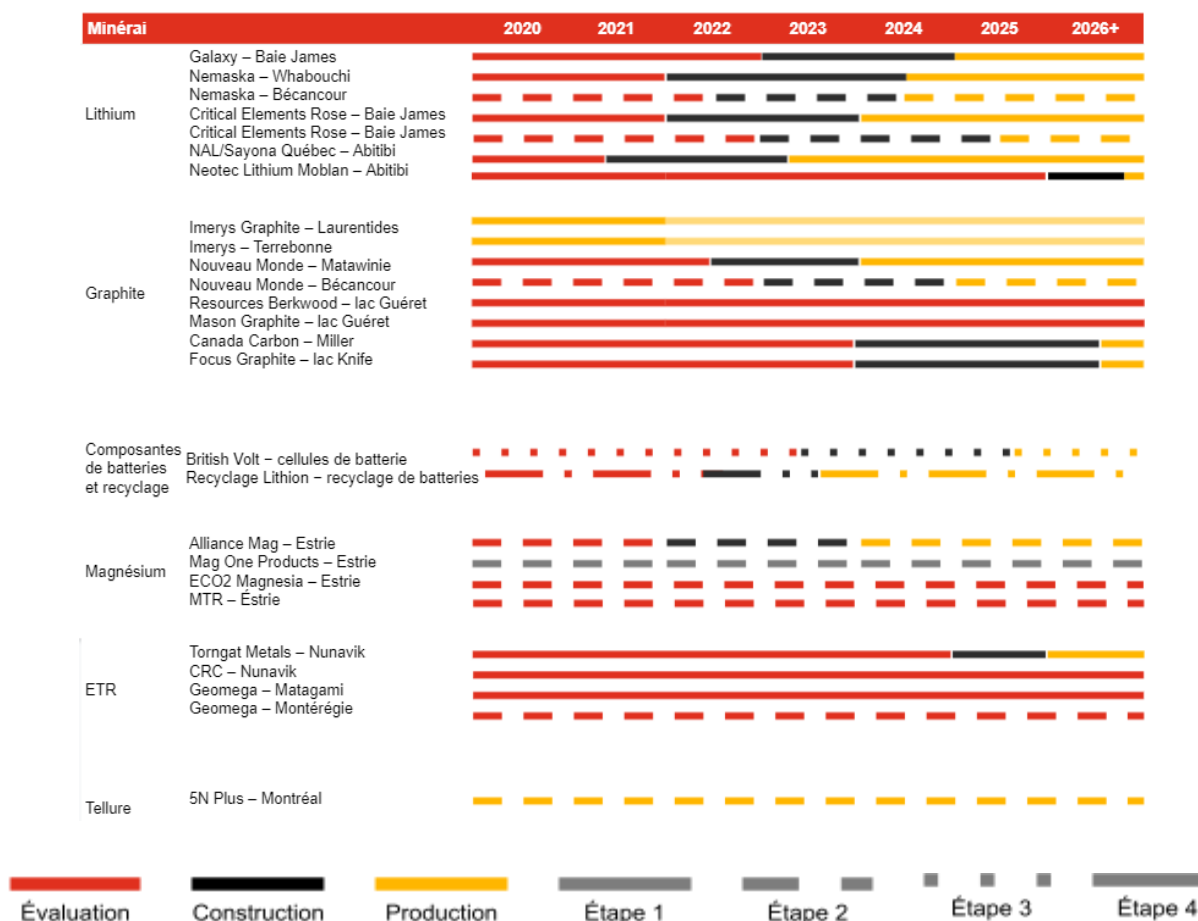


## 4. Feuille de route des projets

### 4.1. Échéancier potentiel des projets relevés pour les chaînes de valeur prometteuses

Ces chaînes de valeur sont les principales chaînes qui généreront un nouvel apport économique important dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques au Québec. Pour les cinq chaînes de valeur futures prometteuses, la **feuille de route des principaux projets liés aux chaînes de valeur futures les plus prometteuses** recense 22 projets devant être exécutés à l'horizon 2021-2025 et au-delà de celui-ci (et deux entreprises en exploitation). Ces projets ont un coût d'exécution estimé à 6,8 G\$, sans compter ceux qui pourraient émerger pour ces minéraux en exploration, en première ou en seconde transformation ou relativement aux composantes de batterie ou de leur recyclage, ce qui représente certainement des investissements substantiels.

Il est important de noter que cette feuille de route présente les projets recensés dans le cadre de cette étude sur un horizon de cinq ans, c'est-à-dire ceux pour lesquels le potentiel de réalisation est plutôt élevé. Ainsi, il y a peu de projets envisagés à l'heure actuelle aux étapes 3 et 4 au-delà de ceux intégrés dans la figure ci-dessus. On s'attend à voir plus d'activités dans les étapes avancées des chaînes de valeur au fur et à mesure que les étapes en amont (étapes 1 et 2) se développent et que l'accès au financement se concrétise.



La réalisation de cet important portefeuille de projets au Québec requiert une concertation de l'ensemble des acteurs et une collaboration entre les entreprises, les fournisseurs de services et les instances réglementaires et législatives, question d'éviter les conflits et les délais qui pourraient ralentir leur développement.

# 5. Recommandations

Afin de favoriser l'essor de ces nouvelles chaînes, plusieurs entreprises du secteur ont été sondées afin de comprendre les défis et les priorités auxquelles elles doivent faire face. Selon leur niveau de développement, leur taille et la maturité de leurs projets, différents éléments sont ressortis de ces entretiens. Nous présentons, dans cette section, une synthèse de ces points selon cinq recommandations et pistes d'actions à prioriser afin de soutenir l'émergence des chaînes de valeur prometteuses au Québec et d'autres projets dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques :

1. Faciliter l'accélération des investissements en exploitation et en concentration en atténuant les freins existants;
2. Contribuer à des solutions pour diminuer l'importance des investissements en capital requis pour la construction de projets miniers au Québec et la durée de développement des sites;
3. Optimiser la logistique entre les sites d'exploitation minière, les ports et les centres urbains pour réduire les coûts;
4. Appuyer l'essor de la filière des batteries par la concertation des acteurs et la participation à des investissements structurants;
5. Mettre en place un contexte économique et réglementaire favorisant la réutilisation et le recyclage des minéraux.

## 5.1. Faciliter l'accélération des investissements en exploitation et en concentration en atténuant les freins existants

La plupart des entreprises dans le domaine des minéraux critiques et stratégiques sont des entreprises émergentes qui en sont à planifier et à exécuter leur premier projet industriel. La tâche n'est pas simple pour des petites équipes qui ont des ressources humaines et financières limitées.

Lors d'entretiens avec les différentes entreprises sondées, certains enjeux ou freins au développement de leur projet sont ressortis :

- **Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PEEIE), incluant le processus d'approbation au Bureau des audiences publiques sur l'environnement (BAPE) :**  
Tous ont convenu que ce processus était essentiel au démarrage des projets qui ont l'aval des communautés concernées et qui auront une empreinte responsable sur l'environnement. Cependant, plusieurs entreprises émergentes ne savent pas bien naviguer dans ce processus. De plus, ils ont des ressources limitées pour répondre dans des brefs délais à l'ensemble des questions posées « *il faut soumettre l'ensemble des réponses devant être soumis en même temps et non pas en étapes* ». Une entreprise nous a indiqué que les différents documents et études à soumettre en fonction de la Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PEEIE) « *faisait près de 10 000 pages en une seule soumission, un effort colossal à coordonner* ». Une préoccupation particulière pour les entreprises était l'échéancier de revue des dossiers au bureau des audiences publiques en environnement (BAPE), et particulièrement le manque de prévisibilité de celui-ci « *est-ce que ça va prendre 12 mois, 18 mois, 24 mois, et, à la suite de nos réponses, encore combien de temps?* ».
- **Complexité des négociations auprès des municipalités et des Premières Nations et de délais supplémentaires à prendre en compte lorsqu'il est question d'acceptabilité social du projet :**  
Tous ont convenu que d'établir une entente responsable avec les Premières Nations et les municipalités faisant partie prenante des projets miniers était essentiel. Les Premières Nations, bénéficiant d'un programme fédéral, voient leurs frais de représentation juridique couverts dans ces dossiers ce qui peut représenter un frein à conclure les ententes rapidement. Dans ce contexte, les

projets miniers doivent faire face à certains enjeux dont un manque de barème pour les redevances et les conditions qui devraient primer lors des négociations avec les représentants des Premières Nations. Avec les municipalités, il est parfois difficile pour les porteurs de projets d'engager le dialogue et la discussion pour discuter des enjeux reliés à l'acceptabilité sociale afin d'arriver à un terrain d'entente.

- **Embauche de personnel et fournisseurs de services locaux** : La majorité des projets miniers envisagés est réalisée à l'extérieur des centres urbains, et la main-d'œuvre dans ces régions est limitée. De plus, dans certaines régions, on retrouve quelques projets pour lesquels les entreprises sont en compétition pour les mêmes employés et fournisseurs, ce qui amène une forte pression sur les salaires et les contrats de service avec les fournisseurs. Les milieux urbains sont, à certains égards, sous-développés ou inexistant dans certaines régions, ce qui rend difficile l'attraction d'une main-d'œuvre spécialisée pour les activités requérant certaines compétences techniques. Dans certains cas, les gestionnaires de projets doivent recourir à une plus grande utilisation du « fly-in, fly-out ». Ces modèles d'opérations n'aident pas à renforcer les communautés locales et engendrent d'importants coûts pour les entreprises. De plus, ces enjeux de main-d'œuvre et d'accès aux fournisseurs peuvent occasionner des retards dans le développement des projets, la construction et éventuellement leur mise en service.
- **Contexte d'affaires et financement des projets** : Dans un milieu minier en émergence, soit celui des minéraux critiques et stratégiques, la recherche de financement n'est pas facile à conclure avec succès. Plusieurs entreprises auraient souhaité aller de l'avant avec leurs projets, mais relèvent des enjeux en ce qui concerne le financement. Parmi les facteurs freinant leur accès au financement partagé, ils ont fait référence, entre autres, aux trois éléments ci-haut mentionnés, qui retardent la progression des projets. Dans le cadre du BAPE et des approbations réglementaires, certains ont relevé l'incertitude concernant la durée des processus comme un frein au financement des projets, avec des intervenants en attente des autorisations pour mettre en place le financement nécessaire aux projets et même réaliser certaines études avancées qui sont coûteuses. Dans certains cas, l'absence d'entente avec les Premières Nations ou les municipalités est un frein au progrès des projets miniers et peut retarder leur progression et leur financement. Finalement, l'inflation des coûts limite la rentabilité des projets et rend leur financement plus difficile.

Dans ce sens, il serait **avantageux pour les entreprises d'avoir les ressources et l'accompagnement nécessaires** par des intervenants capables de les appuyer dans leur démarche, afin d'atténuer certains des freins pouvant se dresser sur leur route. Or, le projet de Bureau de coordination des droits avancé dans le *Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025*<sup>6</sup> souligne que **l'apport de ressources expérimentées et mandatées pour accompagner les entreprises aux différentes étapes de leur progression et agir comme intermédiaires** entre les différents intervenants et l'entreprise pourrait aider les entreprises à s'orienter face aux différentes exigences réglementaires et à leur fournir des conseils judicieux pour faire progresser les projets au rythme envisagé.

## **5.2. Contribuer à des solutions pour diminuer l'importance du capital à injecter et la durée de développement des sites**

La construction de sites miniers, et plus particulièrement de sites de première et de seconde transformation, représente des coûts en capitaux importants pour les entreprises. Dans ces marchés de commodité, la compétition ne s'orchestre pas seulement relativement à la qualité des ressources, au savoir-faire, à la technologie pour les traiter et les purifier et aux coûts pour les traiter et les amener au marché, mais aussi aux coûts de construction pour rendre le rendement sur les projets attrayants.

- **Contexte et coût de construction** : En ce qui concerne les coûts de construction et la mise en service des projets, le Québec doit faire face à une compétition féroce provenant, entre autres, de la Chine et d'autres pays en voie de développement qui ont des coûts de construction moindres. Pour certains pays, les conditions climatiques n'exigent pas les mêmes standards de construction et ils n'appliquent pas les mêmes normes en termes de santé, de sécurité et d'environnement.

- **Défi de compétitivité dans les coûts et la durée de la construction des projets :** Les pays en développement, dotés de coûts de main-d'œuvre moins élevés, et dans le cas de la Chine, d'une grande expertise dans la construction de sites de production industriels, arrivent à réaliser les projets miniers à moindre coût. La disponibilité de leur main-d'œuvre pour construire rapidement ces sites industriels est grande, ce qui leur permet de livrer leurs projets rapidement une fois lancés. Cela leur confère un avantage concurrentiel quant aux coûts de construction des projets et, sur cette composante, un avantage sur le rendement financier des projets.
- **Favoriser la collaboration, le cas échéant, pour développer des infrastructures de concentration, de première et de seconde transformation de façon conjointe, ce qui améliore la compétitivité en termes de coûts de construction et de coûts d'exploitation des projets :** Dans plusieurs des chaînes de valeur prometteuses au Québec, on dénombre plusieurs projets de concentration et de première transformation des minerais, et ce, dans plusieurs cas à proximité les uns des autres. Ce contexte favorise la mise en commun de ressources afin d'optimiser le développement des ressources et leur commercialisation à des coûts de production et à un taux de rendement avantageux. Cette opportunité, peu souvent abordée dans l'historique minier des projets au Québec, doit être examinée pour favoriser l'essor de ces chaînes de valeur prometteuses.

Dans ce sens, le Québec doit explorer différentes solutions pour améliorer la compétitivité de la construction des projets miniers afin d'améliorer la compétitivité des coûts des capitaux et leur impact sur le rendement des projets. Certaines industries, comme l'aluminium, ont déjà entrepris des réflexions à cet effet afin de rendre plus compétitifs leurs projets.

Entre autres, la **préfabrication de structures de bâtiments à l'extérieur des sites miniers**, dans certains cas, par exemple dans les pays où les coûts de construction sont plus faibles et l'expertise présente, pourrait avoir une incidence positive sur les projets. Non seulement ils pourraient contribuer à réduire les coûts de construction, mais ils pourraient aussi pallier en partie l'enjeu des ressources humaines sur les futurs sites miniers pour la construction, l'inflation des coûts et, dans une certaine mesure, le défi du « fly-in, fly-out ». L'assemblage des structures préfabriquées serait effectué sur place, et la réduction des activités de construction sur place ouvrirait la porte à l'accélération de la livraison des projets miniers.

Pour ce faire, il faudra **mobiliser les intervenants de l'industrie de la construction, de l'ingénierie de projet, les entreprises effectuant du démarchage pour les projets, les communautés locales et les regroupements syndicaux**, question d'aller chercher l'**acceptabilité sociale et communautaire pour faire évoluer les façons de faire en construction de projets au Québec**. Le gouvernement du Québec, en tant que porteur de la stratégie du *Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025*<sup>8</sup>, est dans une position avantageuse pour faire en sorte que soient engagées des discussions entre les intervenants, ainsi qu'entre les entreprises elles-mêmes, pour repérer avec eux des opportunités qui permettront de rendre les projets d'exploitation, de première transformation et éventuellement de seconde transformation, plus attrayants pour les investisseurs. Cette tâche ne sera pas simple, mais il nous apparaît essentiel d'améliorer la compétitivité des projets miniers en diminuant l'importance du capital à injecter dans les projets et en accélérant leur rythme de développement.

<sup>8</sup> [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/energie-ressources-naturelles/publications-adm/plan-strategique/PL\\_valorisation\\_mineraux\\_critiques\\_strategiques.pdf?1618857094](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/energie-ressources-naturelles/publications-adm/plan-strategique/PL_valorisation_mineraux_critiques_strategiques.pdf?1618857094).

### 5.3. Optimiser la logistique entre les sites d'exploitation minière , les ports et les centres urbains pour réduire les coûts

La construction et l'exploitation de sites miniers, de concentration et de première transformation du minerai impliquent des efforts logistiques importants pour amener les matières premières, les matériaux, les combustibles, les équipements et les opérateurs des ports et des centres urbains vers les sites miniers, souvent éloignés de ceux-ci.

Cette logistique peut s'opérer de différentes manières, soit par bateau si les sites miniers sont à proximité d'un port en eau profonde, soit par train ou, en dernier lieu, par route pouvant être utilisée par des transports lourds. Le Québec, particulièrement dans les régions au nord du 49<sup>e</sup> parallèle, est doté de peu d'infrastructures de transport ferroviaire permettant d'assurer une chaîne logistique des transports compétitive.

Dans l'optique de développer plusieurs filières dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques, le gouvernement du Québec a l'opportunité d'agir comme catalyseur du développement de ces infrastructures. Le plan d'action nordique<sup>9</sup> fait un pas dans la bonne direction avec différents projets ayant un impact pour les communautés locales. Pour les prochains axes de développement du plan d'action nordique, il serait impératif que **le gouvernement considère les besoins additionnels des entreprises et des communautés liées aux chaînes de valeur prometteuses** des minéraux critiques et stratégiques, et qu'il prenne en considération **les investissements requis pour atténuer un des freins au développement de ces projets au Québec.**

### 5.4. Appuyer l'essor de la filière des batteries par la concertation des acteurs et la participation dans des investissements structurants.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt dans ce rapport, le contexte québécois des minéraux critiques et stratégiques est attrayant pour le développement d'une filière des batteries par le potentiel de développement des principaux minéraux requis dans la fabrication de composantes et de cellules de batterie au Québec. Des acteurs sont déjà présents dans la fabrication de composantes (Johnson Matthey), dans la fabrication de batteries pour transports lourds (Blue Solutions), bientôt dans l'assemblage des blocs-batterie pour autobus (Lion Électrique) et dans le design et l'intégration de solutions de stockage d'énergie à base de batteries lithium-ion (EVLO). Cependant, le Québec n'est pas encore présent dans le plus grand marché, soit celui des composantes et des cellules de batterie pour l'industrie automobile.

Les pays du monde entier sont à la recherche de solutions pour décarboner leur économie, et de nombreux gouvernements procèdent à des annonces à cet effet. L'électrification est actuellement la solution privilégiée pour les voitures, les autobus et les véhicules tout-terrain, et cela représente une opportunité unique de développer une nouvelle chaîne de valeur. La production de cellules de batterie, fortement concentrée en Chine, s'avère une opportunité intéressante pour le Québec alors que les assembleurs de batteries et les fabricants automobiles sont à la recherche d'autres sources d'approvisionnement.

La présence des principaux minéraux stratégiques pour la production de batteries, soit le lithium, le graphite, le nickel, le cobalt et le cuivre ainsi que l'aluminium, tous des métaux importants dans la production de cellules de batterie, offre un positionnement avantageux au Québec. En appliquant les recommandations 1, 2 et 3 ci-haut mentionnées, le Québec éliminerait certains freins bloquant l'émergence des chaînes de valeur des différents minéraux qui seront la source d'approvisionnement principale pour la production de composantes et de cellules de batterie.

Le segment des composantes et des cellules de batterie dans le marché des produits de base, en forte concurrence par son volume élevé et la présence d'acheteurs importants, est très compétitif. Pour

---

<sup>9</sup> Société du Plan nord du Québec. Lien: <https://plannord.gouv.qc.ca/fr/plan-daction-nordique-2020-2023/>.

pénétrer ce marché, **le Québec devra à la fois chercher à compétitionner avec la structure de coûts des producteurs chinois, ou à s'en approcher, et à se différencier par le caractère plus vert de sa chaîne de valeur de la production de composantes ou de cellules de batterie dans sa proposition de valeur au marché.**

À cet effet, la **participation dans des investissements structurants sera requise pour pénétrer ce marché**, afin d'assurer la compétitivité en termes de coûts pour la fabrication de composantes et de cellules, tout en valorisant la responsabilité environnementale des activités minières dans la commercialisation du produit. La compagnie British Volt, qui est à construire une usine de cellules de batterie en Angleterre, explore actuellement de manière préliminaire les possibilités d'une usine similaire au Québec.

Au-delà des subventions, des prêts à faible taux d'intérêt ou sans intérêt, des tarifs énergétiques et des subventions pour la formation de la main-d'œuvre, **la concertation des acteurs et la coordination du développement des différents maillons dans la chaîne de valeur de la filière batteries seront essentiels, car un des avantages concurrentiels d'une production au Québec serait un approvisionnement local pour les principales matières premières.**

### **5.5. Mettre en place un contexte économique et réglementaire favorisant la réutilisation et le recyclage des minéraux**

La prolifération de batteries électriques au Québec, par leur intégration dans différents types de transport, offre un défi et une opportunité au Québec. Le défi est lié au nombre grandissant de batteries en circulation, qui atteindront éventuellement leur fin de vie utile. La batterie est l'une des composantes industrielles dont le niveau de réutilisation et de recyclabilité est le plus élevé, certains centres de recyclage faisant état d'un taux de récupération de près de 95 %.

Avec une chaîne de valeur complète au Québec, des minéraux à la production de cellules de batterie, le Québec serait en bonne position pour recycler les batteries arrivant en fin de vie sur son territoire, et possiblement dans les juridictions avoisinantes, afin de réutiliser les minéraux dans la production de nouvelles cellules de batterie, à proximité.

Recyclage Lithion a déjà réalisé un projet pilote et est à l'étape d'étude avancée pour la construction d'une usine de recyclage à Montréal, au Québec. D'autres acteurs se profilent aussi à l'horizon en Amérique du Nord, dont Li-Cycle, qui a une usine en activité en Ontario et dans l'État de New York, avec des projets annoncés en Arizona et, à nouveau, dans l'État de New York.

Une réglementation devra être mise en œuvre afin de favoriser le recyclage des batteries et la réintégration des minéraux stratégiques dans notre économie. Cette réglementation devra tenir compte du marché nord-américain et des chaînes de valeur des provinces et des États adjacents.

## 6. Conclusion

Le Québec est devant l'opportunité extraordinaire de développer de nouvelles chaînes de valeur et des secteurs de pointe dans un horizon de temps très rapproché, propulsé par la qualité de ses ressources et la robustesse de la demande mondiale pour ces produits.

Cette opportunité présente cependant un défi de taille, soit d'appuyer un essor industriel jamais vu dans le secteur minier où d'autres projets d'infrastructure majeurs sont déployés en parallèle, s'appuyant sur un bassin de ressources locales déjà très sollicité.

Il est impératif que tous les acteurs progressent au diapason pour saisir cette opportunité extraordinaire et structurante pour le Québec. Les quelques recommandations ci-haut mentionnées ont pour but de contribuer à l'émergence des chaînes de valeur prometteuses dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques et de voir naître de nouveaux maillons industriels concurrentiels à l'échelle internationale, et ce, dans des secteurs et des marchés en forte croissance.



# Annexe

# Annexe : Limites d'utilisation

1. Le présent rapport (le « Rapport ») est fourni uniquement pour votre usage aux fins énoncées dans l'appel d'offres AOP MEI-P256 et ne doit pas être utilisé à d'autres fins. Nous n'acceptons aucune responsabilité pour les dommages résultant d'une utilisation non autorisée ou inappropriée du Rapport.
2. Le lecteur du Rapport comprend que le travail effectué par PwC a été effectué conformément aux instructions que vous avez fournies et a été effectué exclusivement pour un usage ciblé lié à l'appel d'offres. Il ne peut être utilisé dans un contexte de justification d'investissement ou de transaction sur la base des informations analysées et véhiculées dans ce rapport.
3. Le lecteur du Rapport reconnaît que le Rapport a été préparé selon vos instructions et peut ne pas inclure toutes les procédures jugées nécessaires aux fins du lecteur.
4. Le lecteur convient que PricewaterhouseCoopers LLP/s.r.l./s.e.n.c.r.l, ses partenaires, directeurs, employés et agents n'acceptent aucune obligation ou responsabilité envers lui, que ce soit dans le cadre du contrat ou d'un délit (y compris, sans limitation, la négligence et le manquement à l'obligation légale), et ne seront pas responsables en ce qui concerne toute perte, dommage ou dépense de quelque nature que ce soit qui est causé par toute utilisation que le lecteur peut choisir de faire du Rapport, ou qui est autrement consécutif à l'accès au Rapport par le lecteur. Le Rapport doit être considéré dans son intégralité par le lecteur, car la sélection et le fait de ne s'appuyer que sur des parties spécifiques des analyses ou des facteurs que nous considérons, sans la considération de tous les facteurs et de toutes les analyses dans leur ensemble, pourraient créer une vision trompeuse des processus sous-jacents à cette analyse et aux conclusions qui en découlent. La préparation d'un modèle d'analyse est un processus complexe et il n'est pas approprié d'extraire des analyses partielles ou de faire des descriptions sommaires. Toute tentative en ce sens pourrait conduire à mettre indûment l'accent sur un facteur ou une analyse en particulier.
5. Nous nous réservons le droit (mais ne serons pas tenus) d'apporter des révisions au Rapport si nous avons connaissance de faits existants à la date du Rapport, mais dont nous ignorions l'existence lorsque nous avons préparé le Rapport.
6. Nous nous sommes appuyés sur l'exhaustivité, l'exactitude et la présentation fidèle de l'ensemble des informations financières, des données, des conseils, des opinions ou des représentations obtenus de sources publiques et de vous. Nous n'avons effectué aucun audit ou examen ni demandé une vérification externe des informations que vous nous avez fournies ou de celles qui ont été extraites de sources publiques. Nous n'acceptons aucune responsabilité pour toute perte occasionnée par une partie prenante en raison de notre confiance dans les informations financières et non financières qui nous ont été fournies ou qui ont été trouvées dans le domaine public.
7. Aucune information contenue dans le présent Rapport ne doit être interprétée comme une interprétation juridique, une opinion sur un contrat ou un document, ou une recommandation d'investissement ou de désinvestissement.
8. Les personnes qui ont rédigé le Rapport l'ont fait selon leurs connaissances, en agissant de manière indépendante et objective.
9. La rémunération de PwC n'est subordonnée à aucune action ou événement résultant de l'utilisation du Rapport.