



AVIS À LA MINISTRE DE L'ÉDUCATION

Actualisation du programme d'études professionnelles
Conduite de machines de traitement du minerai

au regard des besoins des mines actuelles
et futures de lithium et de graphite du Québec

Institut national
des mines

Québec 

**Le présent avis à la ministre est produit
par l'Institut national des mines.**

**Il s'appuie sur les résultats des travaux
de recherche effectués par l'Institut :**

Institut national des mines (2024). *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: le cas des mines de lithium et de graphite. Phase 1 – Recension documentaire et sélection des programmes d'études et de formation à étudier prioritairement.* Études et rapports. Gouvernement du Québec. Rédigé par Nicholas Thérout, Val-d'Or, 70 p.

Institut national des mines (2025). *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: Analyse du programme de formation professionnelle – Conduite de machines de traitement du minerai.* Études et rapports. Gouvernement du Québec. Rédigé par Nicholas Thérout, Val-d'Or, 48 p.

Comment citer cet ouvrage :

Institut national des mines (2026). *Actualisation du programme d'études professionnelles Conduite de machines de traitement du minerai au regard des besoins des mines actuelles et futures de lithium et de graphite du Québec. Avis à la ministre de l'Éducation.* Gouvernement du Québec. Val-d'Or, 30 p.

Photographe : Mathieu Dupuis/Institut national des mines
(couverture, couverture-arrière, page 10 et page 29)

Pour toutes demandes de renseignements :

Institut national des mines
125, rue Self
Val-d'Or (Québec) J9P 3N2
Téléphone : 819 825-4667
info@inmq.gouv.qc.ca | inmq.gouv.qc.ca

ISBN: 978-2-555-02755-8 (Imprimé)
ISBN: 978-2-555-02757-2 (PDF)
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec
© Gouvernement du Québec, Institut national des mines (2026)

Avant-propos

L'Institut national des mines a pour mission de soutenir le gouvernement du Québec dans l'exercice de sa responsabilité en matière d'éducation dans le secteur minier. Le plan stratégique 2023-2028 de l'organisme prévoit entre autres que l'Institut doit contribuer à « actualiser l'offre de formation » minière en réalisant des travaux qui permettent de « cibler les besoins de formation actuels et futurs du secteur minier », le tout dans l'optique de « conseiller le ministre [de l'Éducation] en matière d'actualisation de l'offre de formation » (Institut national des mines, 2023).

Le présent avis à la ministre de l'Éducation propose ainsi des recommandations en lien avec l'actualisation du programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai*. Ces recommandations visent à s'assurer que ce programme, qui forme les opératrices et les opérateurs appelés à assurer le fonctionnement quotidien des usines de traitement du minerai des mines du Québec, répond adéquatement aux besoins exprimés par les mines actuelles et futures de minéraux critiques et stratégiques en ce qui a trait aux compétences recherchées chez cette main-d'œuvre.

La rédaction de cet avis repose principalement sur deux documents, soit le rapport *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec : le cas des mines de lithium et de graphite* (Institut national des mines, 2024) et le rapport d'analyse *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec : Analyse du programme de formation professionnelle – Conduite de machines de traitement du minerai* (Institut national des mines, 2025). Ainsi, cet avis s'inscrit en cohérence et en continuité avec les travaux entrepris par l'Institut dans le cadre de sa programmation de recherche pluriannuelle visant à mieux définir les impacts liés au traitement du lithium et du graphite sur la formation minière offerte au Québec.

Les recommandations proposées dans cet avis visent à ce que le prochain processus d'actualisation du programme *Conduite de machines de traitement du minerai* constitue une occasion d'accroître l'adéquation entre son contenu et les besoins exprimés par les mines de lithium et de graphite actuelles et futures. Cette démarche de l'Institut s'inscrit également en cohérence avec la volonté gouvernementale visant à soutenir la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec.

Table des matières

- 3 ▶ Avant-propos
- 5 ▶ Lexique
- 5 ▶ Abréviations
- 6 ▶ Introduction et mise en contexte
- 8 ▶ Présentation de la méthodologie
du rapport d'analyse
- 11 ▶ Présentation des constats
et des recommandations
du rapport d'analyse
- 22 ▶ Recommandations
- 24 ▶ Conclusion
- 25 ▶ Annexe
- 28 ▶ Références

Lexique

Mine active

Site minier dont la production a atteint au moins 60 % de sa capacité nominale (capacité inscrite dans la dernière étude technico-économique) (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2020b).

Minéraux critiques

Le gouvernement du Québec considère les minéraux critiques comme ceux qui revêtent aujourd'hui une importance économique pour des secteurs clés de notre économie, qui présentent un risque élevé en matière d'approvisionnement et qui n'ont pas de substituts offerts commercialement. Il s'agit par exemple du cuivre, de l'étain ou du zinc (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2020a).

Minéraux stratégiques

Le gouvernement du Québec considère les minéraux stratégiques comme les substances minérales nécessaires à la mise en œuvre de différentes politiques du Québec. Il s'agit par exemple du lithium, du graphite, du cobalt ou du nickel (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2020a).

Projet minier

Projet visant la mise en production d'une mine qui en est à l'étape de la mise en valeur du projet ou à l'étape de la construction et du rodage (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2020b).

Abréviations

CFP: Centre de formation professionnelle

DEP: Diplôme d'études professionnelles

INMQ: Institut national des mines du Québec

MCS: Minéraux critiques et stratégiques

PQVMCS: Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques

Introduction et mise en contexte

À l'heure où le Québec, à l'image de plusieurs autres juridictions minières sur la planète, entend se positionner stratégiquement vis-à-vis de la filière des minéraux critiques et stratégiques (MCS), l'Institut national des mines a choisi de mener des travaux en cohérence avec les orientations gouvernementales en la matière. En effet, en 2020, le gouvernement du Québec adoptait le Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (PQVMCS), un plan visant à faire en sorte que le Québec devienne un chef de file en matière de production, de transformation et de recyclage des MCS. Le plan prévoit notamment que ses objectifs pourront être atteints, entre autres, en « misant sur la formation et la création d'emplois de qualité » (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, 2020a).

Dans l'optique d'analyser de quelle manière l'offre de formation minière devra s'adapter par rapport à la hausse attendue du nombre de nouveaux projets miniers et de nouvelles mines qui exploiteront des minéraux qui étaient jusqu'à récemment peu mis en valeur au Québec, l'Institut national des mines a débuté en 2023 une programmation de recherche pluriannuelle portant sur les besoins de formation en lien avec l'exploitation des MCS. Les objectifs de cette programmation de recherche consistent, dans un premier temps, à déterminer quels sont les besoins de formation pour la main-d'œuvre des mines de MCS au Québec et donc quels programmes d'études ou de formation pourraient être influencés par l'accroissement des activités minières d'exploitation des MCS. Dans un second temps, la programmation de recherche permet d'analyser de quelle manière ces programmes d'études ou de formation pourraient être actualisés pour s'assurer que ceux-ci sont en adéquation avec les besoins de compétences et de formation des mines de MCS actuelles et futures.

Le premier objectif, consistant à délimiter les besoins de formation prioritaires ainsi que les programmes d'études ou de formation associés à ceux-ci, a été accompli dans le cadre de la réalisation du rapport *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: le cas des mines de lithium et de graphite. Phase 1 - Recension documentaire et sélection des programmes d'études et de formation à étudier prioritairement* (Institut national des mines, 2024). Publié en 2024, ce rapport s'appuie sur une recension des écrits, une enquête auprès de la filière industrielle des mines et projets miniers de MCS, ainsi qu'une consultation des établissements d'enseignement spécialisés en formation minière. Il en ressort que, à court et moyen termes, les principaux besoins de formation de la filière

des MCS proviendront des mines de lithium et de graphite. Plus précisément, l'étape du cycle minéral liée au « traitement du minerai » constituera le principal enjeu de rehaussement des compétences pour la main-d'œuvre appelée à exploiter et à traiter ces deux minéraux (Institut national des mines, 2024, p. 14-19). Les résultats des consultations menées par l'Institut dans le but de sélectionner les programmes d'études ou de formation à analyser prioritairement en lien avec les besoins de formation constatés ont révélé que le programme de formation le plus stratégique à analyser en vue de s'assurer de son adéquation avec les besoins des entreprises minières de MCS est le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai*, un programme dont la dernière mise à jour date de 2004 (Institut national des mines, 2024, p. 59-62).

Fort des constats de ce premier rapport, l'Institut a réalisé en 2024-2025 le second objectif de sa programmation de recherche pluriannuelle en rédigeant un rapport d'analyse portant sur le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai* (Institut national des mines, 2025). Le rapport d'analyse *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec : Analyse du programme de formation professionnelle – Conduite de machines de traitement du minerai* a permis de faire ressortir plusieurs pistes d'actualisation pertinentes pour faire en sorte que ce programme soit en mesure de répondre encore plus étroitement aux besoins exprimés par les mines de lithium et de graphite actuelles et futures. Le présent avis s'appuie sur les constats qui émanent de ce rapport afin de proposer des recommandations à la ministre de l'Éducation en ce qui a trait à l'actualisation de ce programme d'études professionnelles. En plus de s'inscrire en cohérence avec la volonté gouvernementale de valoriser les minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec, ces recommandations sont également en adéquation avec la Stratégie gouvernementale de développement durable 2023-2028 qui stipule à son objectif 1.2 que les ministères et organismes doivent contribuer à « assurer le développement des compétences vertes », et ce, en s'assurant d'« identifier les impacts de la transition socio-écologique [...] sur l'emploi et les compétences des travailleurs » (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 2023, p. 22-24).

Présentation de la méthodologie du rapport d'analyse

Dans l'optique d'amasser l'information nécessaire en ce qui a trait aux éléments pouvant s'avérer pertinents à actualiser dans le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai* pour que celui-ci soit en adéquation avec les besoins des mines de lithium et de graphite, l'approche méthodologique retenue s'est appuyée sur une analyse documentaire du programme ainsi que la réalisation de collectes d'information. Ces collectes, menées par le biais d'entrevues semi-dirigées, ont été effectuées auprès des acteurs concernés en premier lieu par l'actualisation de ce programme, soit les entreprises minières ainsi que les centres de formation professionnelle.

À l'automne 2024, cinq mines et projets miniers de lithium et de graphite ont pris part à des entrevues semi-dirigées, au cours desquelles ont été précisées les compétences recherchées chez les opératrices et opérateurs de traitement du minerai destinés à travailler dans leurs installations. À l'hiver 2025, les deux centres de formation professionnelle offrant le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai*¹ ont également pris part à des entrevues semi-dirigées où ils ont pu exprimer leur point de vue sur le programme ministériel, les contenus d'apprentissage et les approches pédagogiques du programme, et ce, dans une perspective d'actualisation de celui-ci pour répondre aux besoins des exploitations minières de lithium et de graphite.

¹ Les deux centres de formation professionnelle offrant le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai* sont le Centre de formation professionnelle de la Baie-James et le Centre de formation professionnelle Val-d'Or.

Les informations colligées lors des entrevues ont ainsi pu être combinées aux résultats de l'analyse documentaire du devis ministériel réalisée par l'Institut national des mines en collaboration avec un expert en analyse et développement de programmes d'études ou de formation. Cet exercice a permis de fournir des réponses aux deux questions de recherche autour desquelles a été structurée la réflexion du rapport d'analyse portant sur l'actualisation du programme *Conduite de machines de traitement du minerai* en vue de répondre aux besoins des exploitations minières de lithium et de graphite, soit :

- ▶ Quels sont les principaux besoins de compétences et de formation pour les opératrices et les opérateurs de traitement du minerai travaillant dans les usines de traitement du minerai des mines de lithium et de graphite au Québec?
- ▶ Selon les besoins identifiés par l'entremise de la question précédente, mais également en fonction des constats des établissements d'enseignement formant les futures opératrices et les futurs opérateurs de machines de traitement du minerai, quelles adaptations pourraient être apportées au programme de formation professionnelle *Conduite de machines de traitement du minerai* pour s'assurer de l'adéquation de celui-ci avec les besoins des exploitations minières traitant du lithium et du graphite?



Présentation des constats et des recommandations du rapport d'analyse

La réalisation du rapport sur lequel s'appuie cet avis à la ministre a permis de réunir une quantité importante d'information, tant sur la vision des mines et des projets miniers québécois de lithium et de graphite que sur celle des établissements d'enseignement, en ce qui a trait aux éléments à prendre en compte dans la perspective d'actualisation du programme de formation professionnelle *Conduite de machines de traitement du minerai*.

La collecte d'information réalisée visait spécifiquement à circonscrire les besoins exprimés par les complexes miniers de lithium et de graphite du Québec en ce qui a trait à la formation offerte aux personnes apprenantes destinées à occuper des fonctions d'opératrice ou d'opérateur de machines de traitement du minerai dans leurs usines de traitement. Par conséquent, les renseignements recueillis portent sur l'ensemble des compétences associées aux opérations et aux tâches exécutées dans ces usines, et ne se limitent pas aux compétences liées exclusivement aux opérations qui sont spécifiques aux procédés de traitement du lithium et du graphite. Il en résulte que certains renseignements s'appliquent exclusivement aux usines des exploitations minières de lithium et de graphite, tandis que d'autres peuvent s'appliquer à l'ensemble des usines de traitement du minerai.

Les informations suivantes constituent un sommaire des résultats colligés lors de l'enquête menée pour soutenir la rédaction du rapport *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: Analyse du programme de formation professionnelle - Conduite de machines de traitement du minerai* ainsi que des constats et des recommandations qui en découlent. Les détails exhaustifs peuvent être consultés dans le rapport d'analyse (Institut national des mines, 2025).

Constats sur les compétences à acquérir et recommandations concernant l'actualisation du programme

Constat A

Comprendre en profondeur les phénomènes influençant le procédé de flottation

Le rapport d'analyse souligne que les enjeux de formation liés au procédé de flottation² constituent une priorité, cette étape étant considérée par les entreprises de lithium et de graphite interrogées comme étant la plus stratégique du processus de concentration du minerai. En effet, le procédé de flottation déclenche des réactions physicochimiques complexes qui demandent de la part des opératrices et des opérateurs une compréhension approfondie des principes scientifiques à leur base.

Il est également mis de l'avant par les entreprises interrogées qu'il est particulièrement important que les opératrices et les opérateurs s'assurent que le concentré produit au terme du procédé de concentration atteint certains critères de qualité pour répondre aux exigences des clients à qui sera vendu le produit final. Cette réalité représente une particularité propre aux mines de MCS qui doivent, pour plusieurs d'entre elles, veiller à ce que le produit final respecte plusieurs critères techniques recherchés par les clients en plus des habituels critères de pureté.

De plus, les mines et projets miniers de lithium et de graphite mentionnent que les équipements industriels en place dans leurs usines de traitement du minerai, notamment les cellules de flottation, possèdent des caractéristiques variables et qu'il est par conséquent essentiel que les opératrices et les opérateurs détiennent les compétences nécessaires pour les faire fonctionner, les surveiller et les entretenir adéquatement.

Finalement, les réactifs chimiques utilisés dans le cadre du procédé de flottation représentent également un élément à prendre en compte selon les entreprises interrogées puisque les effets de ces produits sur la performance du procédé ainsi que les paramètres opérationnels et les conditions d'utilisation sécuritaire de ceux-ci peuvent être spécifiques à leurs opérations et doivent être bien maîtrisés pour maximiser l'efficacité du procédé et la qualité du produit final.

² Selon l'Office québécois de la langue française, la flottation du minerai peut être définie comme une « méthode de concentration des minerais qui entraîne les particules de minerai à flotter à la surface de l'eau ou des solutions (habituellement soutenues par des bulles d'air) alors que les particules de gangue tombent au fond » (Office québécois de la langue française, 2025).

Le constat précédent mène l'Institut à proposer les quatre recommandations suivantes :

Recommandation 1

Que le programme développe chez les personnes apprenantes une compréhension approfondie des caractéristiques physicochimiques mobilisées lors du traitement du lithium et du graphite tout en favorisant leur capacité à mettre à jour et à développer leurs connaissances en la matière une fois sur le marché du travail.

Recommandation 2

Que le programme s'assure que les personnes apprenantes comprennent bien les critères de qualité visés par les usines de traitement du lithium ou du graphite, leurs éléments constitutifs et leur importance dans la rentabilité de l'usine.

Recommandation 3

Que le programme permette aux personnes apprenantes de s'approprier rapidement et efficacement les modes de fonctionnement des équipements les plus stratégiques du procédé de flottation, et ce, dans un contexte où l'évolution technologique est rapide.

Recommandation 4

Que le programme s'assure que les personnes apprenantes connaissent la nature et le rôle des produits réactifs requis dans le procédé de flottation du lithium et du graphite et savent manipuler ceux-ci de manière sécuritaire.

Constat B

Utiliser les données de manière appropriée et efficace

En ce qui a trait à l'utilisation des données numériques par les opératrices et les opérateurs, le rapport d'analyse indique que la croissance de l'automatisation dans toutes les étapes des procédés de traitement entraîne conséquemment l'automatisation de certaines tâches et activités, ce qui doit normalement permettre de réduire les interventions manuelles devant être réalisées par les opératrices et les opérateurs tout en améliorant la précision et l'efficacité de leurs interventions auprès du circuit de traitement. Cette automatisation est principalement rendue possible grâce à l'instrumentation des équipements, une instrumentation réalisée via l'installation de capteurs sur ceux-ci.

La présence de capteurs modifie le travail des opératrices et des opérateurs en leur communiquant, en temps réel, une quantité importante de données sur différents paramètres liés aux opérations. Les opératrices et les opérateurs doivent ainsi évaluer la fiabilité de la source à partir de laquelle proviennent les données, puis valider la crédibilité de celles-ci. Afin de pouvoir poser ce regard critique, elles et ils doivent comprendre la façon dont les données sont produites par les capteurs puis traitées par le logiciel. Les opératrices et les opérateurs doivent également être à même de comprendre les relations entre les données issues de différentes sources et d'en interpréter les tendances, afin d'adapter leurs réactions aux changements détectés par les capteurs.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 5

Que le programme de formation des opératrices et des opérateurs de traitement du minerai accorde une importance marquée au développement de leur capacité d'analyser et d'évaluer de manière critique les données numériques relatives au déroulement des opérations et au fonctionnement de leurs machines.

Constat C

Développer une compréhension globale du fonctionnement de l'usine grâce à une utilisation efficace des outils numériques

La complexité des procédés de traitement des minéraux stratégiques et la multiplication des technologies utilisées dans les usines de traitement du minerai modernes nécessitent de la part des opératrices et des opérateurs une vision globale et intégrée des opérations de l'usine. Pour être en mesure de développer et de maintenir à jour une telle vision, le rapport d'analyse mentionne que l'opératrice ou l'opérateur doit pouvoir utiliser de manière efficace les outils numériques qui permettent d'accéder à toutes les informations essentielles à la compréhension de la situation de l'usine. Dans le cadre de ses fonctions, une opératrice ou un opérateur devra par exemple rédiger et transmettre un rapport sur un support numérique, lire des graphiques sur les écrans, valider les signaux émanant des capteurs, gérer les alarmes et comprendre les variations dans les indicateurs de production. De plus, l'importance de maîtriser les principaux logiciels, comme ceux de traitement de texte, d'analyse de données numériques ou de communication, a également été mise de l'avant.

Ce constat mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 6

Que le programme de formation renforce chez les personnes apprenantes la capacité d'utiliser les logiciels et les technologies numériques pour effectuer leurs tâches, comprendre les liens entre les étapes des procédés et améliorer la performance de leurs équipements dans un souci d'optimisation globale des opérations de l'usine.

Constat D

Adapter son approche d'entretien et de réparation des équipements en adéquation avec le degré d'instrumentation et d'automatisation des différents circuits de l'usine

Le rapport d'analyse souligne que les opératrices et les opérateurs doivent maîtriser leur tâche fondamentale consistant à maintenir les équipements en bonne condition ainsi qu'à prévenir les problèmes de production et les risques de santé et de sécurité du travail. Cette tâche est cependant transformée par la présence accrue de systèmes dotés de capteurs dans les nouvelles usines de traitement du minerai des mines et projets miniers de lithium et de graphite. L'impact opérationnel des capteurs dans le fonctionnement des machines doit être pris en compte et les méthodes d'intervention sur l'équipement doivent s'adapter à cette réalité. À titre d'exemple, en contexte d'automatisation et d'instrumentation accrues, les tournées d'inspection visuelle doivent se compléter par l'examen des données affichées sur les écrans de contrôle et l'interprétation critique de celles-ci.

Le rapport d'analyse mentionne également que les capteurs fournissent des informations précises sur le fonctionnement des pièces critiques, informant ainsi les opératrices et les opérateurs sur l'évolution de l'usure de ces pièces. Plutôt que d'être mené selon un échéancier préprogrammé, la réparation ou le remplacement des pièces peut ainsi être réalisé à un moment où l'état réel de la pièce le justifie, et au moment où l'arrêt des machines a le moins d'impacts sur la production. Le travail de l'opératrice ou de l'opérateur passe ainsi de l'entretien préventif à l'entretien prédictif.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer les recommandations suivantes :

Recommandation 7

Que le programme de formation favorise le développement chez les personnes apprenantes des capacités nécessaires à l'adaptation de leur approche d'entretien et de diagnostic en fonction du degré d'automatisation ou d'instrumentation des équipements.

Recommandation 8

Que le programme de formation prépare les personnes apprenantes à mettre en œuvre une approche de maintenance prédictive plutôt que préventive.

Constat E

Collaborer avec les équipes d'entretien mécanique ou électrique pour la réparation ou la maintenance des équipements et transmettre efficacement l'information en matière d'entretien

Le rapport d'analyse fait ressortir que les opératrices et les opérateurs continueront d'être appelés à prêter main-forte à des mécaniciennes ou des mécaniciens industriels ou à d'autres membres du personnel pour la réalisation de tâches urgentes ou compliquées de réparation ou d'entretien des équipements de traitement du minerai. L'importance de la collaboration avec les équipes chargées de la maintenance constitue donc un élément de continuité dans le travail des opératrices et des opérateurs. Ce travail d'équipe sera facilité si les opératrices et les opérateurs développent dès leur formation les compétences collaboratives et de communication requises.

De surcroît, dans un contexte où l'automatisation des procédés et l'instrumentation des équipements représentent un phénomène de plus en plus significatif, l'importance pour les opératrices et les opérateurs d'acquiescer et de maintenir des compétences collaboratives est d'autant plus grande en raison du fait que l'intervention sur des équipements instrumentés peut s'avérer plus complexe et devoir mobiliser une plus grande variété de membres du personnel de l'usine de traitement du minerai. La nécessité de comprendre les informations transmises par des collègues exerçant d'autres métiers ainsi que d'être compris de ces mêmes collègues, de diagnostiquer adéquatement les problèmes puis de les communiquer à la bonne personne en utilisant le canal de communication approprié afin que les spécialistes adéquats soient mandatés pour intervenir le plus rapidement possible pour régler les situations constitue ainsi désormais une tâche cruciale du travail des opératrices et des opérateurs.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 9

Que le programme de formation prépare les personnes apprenantes à collaborer efficacement avec des travailleuses et travailleurs d'autres statuts et à transmettre l'information rapidement et en utilisant la bonne procédure, notamment en matière de maintenance et d'entretien.

Constat F

Acquérir plus de connaissances et de savoir-faire en matière de santé et de sécurité au travail

En ce qui a trait aux compétences relativement à la santé et à la sécurité au travail, le rapport d'analyse soulève le fait que les mines et les projets miniers de lithium et de graphite réalisent à l'interne des formations sur les risques de santé et de sécurité au travail et la prévention de ceux-ci. Cependant, afin de favoriser l'exercice sécuritaire du métier d'opératrice ou d'opérateur de traitement du minerai, ces entreprises sont d'avis que des enjeux particulièrement importants en matière de prévention des accidents de travail devraient faire l'objet d'enseignement et d'évaluation dès la formation initiale, soit :

- ▶ les risques associés au levage et au déplacement de matériel et de charges lourdes ainsi que la réalisation d'opérations d'élingage et de levage pouvant générer des occasions d'accidents;
- ▶ les risques mettant l'électricité en cause si les mesures de santé et de sécurité au travail adéquates ne sont pas appliquées rigoureusement.

Les entreprises tout comme les centres de formation professionnelle jugent également que les règles et les procédures de cadenassage devraient être formellement intégrées dans le programme et faire l'objet d'enseignement et d'évaluation spécifique. En effet, bien que les membres du personnel enseignant des deux centres de formation professionnelle offrant le programme mentionnent intégrer le cadenassage dans le cadre de leur enseignement, le devis ministériel en vigueur depuis 2004 ne spécifie pas que cette notion, pourtant centrale pour le développement de pratiques de travail sécuritaires, doit être enseignée.

Le constat précédent mène l'Institut à soumettre les recommandations suivantes :

Recommandation 10

Que le programme de formation initie les élèves à la sécurité en ce qui concerne les dangers reliés au levage et au transport d'objets lourds ainsi que les dangers électriques.

Recommandation 11

Que le programme de formation intègre spécifiquement l'application des règles et procédures de cadenassage parmi ses éléments de compétence.

Constat G

Arriver sur le marché du travail en étant mieux outillé grâce à une prolongation des stages

Le rapport d'analyse permet de constater que la question des stages représente l'un des enjeux soulevés tant par les entreprises que par les centres de formation professionnelle. En effet, les stages permettent à l'élève de valider son choix de carrière en le plaçant dans les lieux, les horaires, les ambiances et autres conditions concrètes de travail. Il doit ainsi mettre en pratique les connaissances, habiletés et attitudes acquises dans sa formation et parfois réaliser des activités de manière autonome. Cette portion de la formation est essentielle afin d'acquérir les compétences nécessaires pour amorcer une carrière d'opératrice ou d'opérateur de traitement de minerai. Bref, le stage représente une occasion pour l'élève de « s'intégrer au marché du travail », comme l'énonce le programme ministériel (Ministère de l'Éducation, 2004, p. 51). Il est également un puissant outil pédagogique qui complète l'acquisition des compétences.

Les objectifs, la durée et l'organisation des stages sont cependant à revoir selon les centres de formation professionnelle et la quasi-totalité des entreprises. Dans un premier temps, le rapport d'analyse fait ressortir qu'il serait avantageux que la réalisation du stage ne se déroule pas exclusivement à la fin du parcours d'apprentissage. En effet, une partie du stage pourrait avoir lieu dès la première moitié du parcours d'apprentissage pour permettre la réalisation d'activités d'observation et de familiarisation en milieu de travail. Dans un second temps, le rapport indique que les centres de formation professionnelle comme les milieux de stage constatent que les stagiaires devraient suivre le rythme de travail du personnel des usines de traitement du minerai au cours de leur stage. Cela s'avère parfois difficile en raison du fait que le module 17 « Intégration au marché du travail » n'alloue pas suffisamment d'heures à la réalisation du stage (105 heures) pour que l'élève en stage puisse réaliser l'ensemble d'une période de travail normalement accomplie par une opératrice ou un opérateur (Ministère de l'Éducation, 2004, p. 51). La modification du nombre d'heures allouées au module « Intégration au marché du travail » permettrait ainsi, selon le rapport d'analyse, une intégration plus efficace de l'élève dans l'exercice du métier ainsi qu'une adaptation du stage aux horaires de travail réels des entreprises minières.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 12

Que le devis ministériel permette une augmentation des heures de stage afin que les centres de formation professionnelle puissent coordonner l'horaire des stagiaires en cohérence avec les périodes de travail du milieu de stage ainsi que mettre en place un stage en deux temps, soit un stage d'observation en première moitié de formation et un stage d'application en fin de formation.

Constat H

Mettre en valeur dans le devis ministériel les attitudes recherchées dans les intentions éducatives du programme

Le rapport d'analyse met en lumière le fait que le programme de formation forme les opératrices et les opérateurs de traitement du minerai afin que les compétences techniques nécessaires à l'exercice du métier soient acquises et permettent ainsi d'accomplir le plus large éventail de tâches possible. Cependant, la capacité de passer d'une responsabilité à une autre dans l'usine requiert de la part des opératrices et des opérateurs des comportements et des attitudes permettant une adaptation efficace et un travail consciencieux. Ces qualités sont particulièrement importantes dans un contexte où la quantité d'information devant être prise en compte pour la réalisation des différentes tâches connaît une forte augmentation. L'employée ou l'employé doit en effet comprendre le procédé dans sa globalité, valoriser la contribution de chaque opération et le rôle de chaque poste. Il doit donc être conscient de l'incidence de la qualité de son travail sur la performance globale de l'entreprise. Ce sont ainsi des qualités personnelles comme la polyvalence et l'autonomie qui sont recherchées.

Quelques lignes portent sur ce type d'attitudes et de comportements dans les « Intentions éducatives » du devis ministériel. Cependant, même si elles sont présentées comme de grandes orientations du programme et « jugées indispensables à l'exercice du métier », elles ne sont développées explicitement dans aucun des objectifs (Ministère de l'Éducation, 2004, p. 8). Par conséquent, ces attitudes ne font pas nécessairement l'objet d'enseignement et ne sont pas évaluées dans le cadre de la formation.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 13

Que le programme de formation développe explicitement des éléments et des critères pour que les attitudes comme le sens des responsabilités, l'autonomie et la polyvalence soient des objets d'enseignement et d'évaluation.

Constat I

Sélectionner une dénomination plus représentative pour le programme

Finalement, l'un des constats qui émergent du rapport d'analyse concerne le nom que porte le programme. Les deux centres de formation professionnelle offrant le programme ainsi que certaines des entreprises minières de lithium et de graphite consultées ont indiqué que le nom actuel, soit « Conduite de machines de traitement du minerai », n'est pas adapté pour décrire le programme et qu'il est susceptible de porter à confusion quant à la nature de celui-ci. En effet, les opératrices et les opérateurs réalisent une multitude de tâches qui ne se limitent pas à la « conduite de machines ». De plus, cette dénomination peut porter à confusion avec la notion de conduite de machinerie mobile, ce qui peut amener des individus ou des organisations à juger que le programme se concentre sur la formation d'opératrices et d'opérateurs d'engins mobiles.

Pour toutes ces raisons, les organisations interrogées s'étant exprimées sur ce sujet estiment que le programme de formation devrait porter un nom qui résume l'ensemble des activités que les personnes diplômées devront réaliser dans le cadre de leur travail.

Le constat précédent mène l'Institut à proposer la recommandation suivante :

Recommandation 14

Que le programme de formation porte un nom plus représentatif de l'activité des opératrices et des opérateurs de traitement de minerai. Le nom « Opérations de traitement de minerai » est celui ayant été le plus évoqué lors d'entrevues menées auprès des mines et projets miniers de lithium et de graphite ainsi que des centres de formation professionnelle et apparaît comme étant pertinent à considérer.

Recommandations

Considérant que le gouvernement du Québec met en œuvre depuis 2020 le Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (PQVMCS) afin d'accélérer le développement de la filière des minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec;

Considérant que, en cohérence avec la vision et les principes directeurs mis de l'avant par le PQVMCS, l'Institut national des mines travaille depuis 2023 sur la réalisation d'une programmation de recherche pluriannuelle portant sur l'impact du traitement des MCS sur la formation minière au Québec;

Considérant que, dans le cadre de cette programmation de recherche, l'Institut national des mines a réalisé au cours de l'année 2024-2025, en concertation avec les acteurs concernés de l'industrie minière et du domaine de l'éducation, un rapport d'analyse portant sur les modifications qui pourraient être apportées au programme de formation professionnelle *Conduite de machines de traitement du minerai* pour s'assurer de l'adéquation entre celui-ci et les besoins de compétences et de formation des usines de traitement du minerai des mines de lithium et de graphite;

Considérant que le rapport d'analyse réalisé par l'Institut permet de constater que, pour être en plus étroite adéquation avec les besoins des mines actuelles et futures de lithium et de graphite du Québec, il serait bénéfique d'actualiser plusieurs éléments du programme de formation professionnelle *Conduite de machines de traitement du minerai*;

Considérant que la disponibilité d'une version actualisée du programme *Conduite de machines de traitement du minerai* tenant compte des besoins spécifiques des mines actuelles et futures de la filière des MCS permettrait au secteur minier du Québec de bénéficier d'une main-d'œuvre qualifiée contribuant à l'atteinte d'un niveau élevé de productivité et d'innovation;

Considérant que l'actualisation du programme *Conduite de machines de traitement du minerai* permettrait de contribuer à « structurer le marché des emplois verts et verdissants », soit l'un des objectifs au cœur de la Stratégie gouvernementale de développement durable 2023-2028 (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 2023, p. 22);

Considérant que l'Institut a synthétisé, sous la forme de 14 recommandations précises, les principaux éléments ressortant comme étant prioritaires à actualiser dans le programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai*, et ce, en fonction des besoins formulés par les mines actuelles et futures de lithium et de graphite du Québec;

Considérant que le programme *Conduite de machines de traitement du minerai* n'a pas été actualisé depuis sa dernière mise à jour en 2004;

L'Institut national des mines recommande:

- ▶ **De prioriser la mise à jour du programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerai* afin de soutenir les efforts des acteurs travaillant au développement de la filière des MCS;**
- ▶ **De tenir compte, dans le cadre du processus d'actualisation de ce programme, des 14 recommandations émises dans le présent avis à la ministre.**

Conclusion

Cet avis à la ministre de l'Éducation est constitué de deux grandes recommandations qui s'inscrivent en cohérence avec les constats dressés par l'Institut national des mines dans le cadre de ses travaux. Ces recommandations, qui mettent de l'avant des propositions concernant l'actualisation du programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerais*, tiennent compte du contexte actuel marqué par la volonté de développer la filière des MCS et visent par conséquent à faire en sorte que le programme soit en étroite adéquation avec les besoins exprimés par les mines actuelles et futures de lithium et de graphite, soit les minéraux parmi les plus en demande pour soutenir la transition énergétique.

Dans un premier temps, l'Institut recommande à la ministre de l'Éducation de prioriser la mise à jour du programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minerais* afin de soutenir les efforts des parties prenantes travaillant au développement de la filière des MCS. Dans un second temps, l'Institut conseille à la ministre de l'Éducation de prendre en considération les 14 recommandations spécifiques émises dans le présent avis dans le cadre du processus d'actualisation de ce programme.

Par le présent avis, l'Institut national des mines entend exercer pleinement sa mission consistant à soutenir le gouvernement du Québec dans l'exercice de sa responsabilité en matière d'éducation dans le secteur minier.

Annexe

Liste des recommandations relativement à l'actualisation du programme d'études professionnelles *Conduite de machines de traitement du minéral*

Constat	Recommandation
A) Comprendre en profondeur les phénomènes influençant le procédé de flottation	<p>Recommandation 1</p> <p>Que le programme développe chez les personnes apprenantes une compréhension approfondie des caractéristiques physicochimiques mobilisées lors du traitement du lithium et du graphite tout en favorisant leur capacité à mettre à jour et à développer leurs connaissances en la matière une fois sur le marché du travail.</p> <p>Recommandation 2</p> <p>Que le programme s'assure que les personnes apprenantes comprennent bien les critères de qualité visés par les usines de traitement du lithium ou du graphite, leurs éléments constitutifs et leur importance dans la rentabilité de l'usine.</p> <p>Recommandation 3</p> <p>Que le programme permette aux personnes apprenantes de s'approprier rapidement et efficacement les modes de fonctionnement des équipements les plus stratégiques du procédé de flottation, et ce, dans un contexte où d'évolution technologique rapide.</p> <p>Recommandation 4</p> <p>Que le programme s'assure que les personnes apprenantes connaissent la nature et le rôle des produits réactifs requis dans le procédé de flottation du lithium et du graphite et savent manipuler ceux-ci de manière sécuritaire.</p>

Constat	Recommandation
<p>B) Utiliser les données de manière appropriée et efficace</p>	<p>Recommandation 5</p> <p>Que le programme de formation des opératrices et des opérateurs de traitement du minerai accorde une importance marquée au développement de leur capacité d'analyser et d'évaluer de manière critique les données numériques relatives au déroulement des opérations et au fonctionnement de leurs machines.</p>
<p>C) Développer une compréhension globale du fonctionnement de l'usine grâce à une utilisation efficace des outils numériques</p>	<p>Recommandation 6</p> <p>Que le programme de formation renforce chez les personnes apprenantes la capacité d'utiliser les logiciels et les technologies numériques pour effectuer leurs tâches, comprendre les liens entre les étapes des procédés et améliorer la performance de leurs équipements dans un souci d'optimisation globale des opérations de l'usine.</p>
<p>D) Adapter son approche d'entretien et de réparation des équipements en adéquation avec le degré d'instrumentation et d'automatisation des différents circuits de l'usine</p>	<p>Recommandation 7</p> <p>Que le programme de formation favorise le développement chez les personnes apprenantes des capacités nécessaires à l'adaptation de leur approche d'entretien et de diagnostic en fonction du degré d'automatisation ou d'instrumentation des équipements.</p> <p>Recommandation 8</p> <p>Que le programme de formation prépare les personnes apprenantes à mettre en œuvre une approche de maintenance prédictive plutôt que préventive.</p>
<p>E) Collaborer avec les équipes d'entretien mécanique ou électrique pour la réparation ou la maintenance des équipements et transmettre efficacement l'information en matière d'entretien</p>	<p>Recommandation 9</p> <p>Que le programme de formation prépare les personnes apprenantes à collaborer efficacement avec des travailleuses et travailleurs d'autres statuts et à transmettre l'information rapidement et en utilisant la bonne procédure, notamment en matière de maintenance et d'entretien.</p>

Constat	Recommandation
<p>F) Acquérir plus de connaissances et de savoir-faire en matière de santé et de sécurité au travail</p>	<p>Recommandation 10</p> <p>Que le programme de formation initie les élèves à la sécurité en ce qui concerne les dangers reliés au levage et au transport d'objets lourds ainsi que les dangers électriques.</p> <p>Recommandation 11</p> <p>Que le programme de formation intègre spécifiquement l'application des règles et procédures de cadenassage parmi ses éléments de compétence.</p>
<p>G) Arriver sur le marché du travail en étant mieux outillé grâce à une prolongation des stages</p>	<p>Recommandation 12</p> <p>Que le devis ministériel permette une augmentation des heures de stage afin que les centres de formation professionnelle puissent coordonner l'horaire des stagiaires en cohérence avec les périodes de travail du milieu de stage ainsi que mettre en place un stage en deux temps, soit un stage d'observation en première moitié de formation et un stage d'application en fin de formation.</p>
<p>H) Mettre en valeur dans le devis ministériel les attitudes recherchées dans les intentions éducatives du programme</p>	<p>Recommandation 13</p> <p>Que le programme de formation développe explicitement des éléments et des critères pour que les attitudes comme le sens des responsabilités, l'autonomie et la polyvalence soient des objets d'enseignement et d'évaluation.</p>
<p>I) Sélectionner une dénomination plus représentative pour le programme</p>	<p>Recommandation 14</p> <p>Que le programme de formation porte un nom plus représentatif de l'activité des opératrices et des opérateurs de traitement de minerai. Le nom « Opérations de traitement de minerai » est celui ayant été le plus évoqué lors d'entrevues menées auprès des mines et projets miniers de lithium et de graphite ainsi que des centres de formation professionnelle et apparaît comme étant pertinent à considérer.</p>

Références

- Institut national des mines (2025). *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: Analyse du programme de formation professionnelle – Conduite de machines de traitement du minerai*. Études et rapports. Gouvernement du Québec. Rédigé par Nicholas Théroux, Val-d'Or, 45 p. www.inmq.gouv.qc.ca/publication/537/CMTM_MCS
- Institut national des mines (2024). *L'impact du traitement des minéraux critiques et stratégiques (MCS) sur la formation minière au Québec: le cas des mines de lithium et de graphite. Phase 1 – Recension documentaire et sélection des programmes d'études et de formation à étudier prioritairement*. Études et rapports. Gouvernement du Québec. Rédigé par Nicholas Théroux, Val-d'Or, 70 p. https://inmq.gouv.qc.ca/publication/488/Rapport_lithium_graphite_MCS
- Institut national des mines (2023). *Plan stratégique 2023-2028*. Document officiel. Gouvernement du Québec. Val-d'Or, 34 p. https://inmq.gouv.qc.ca/medias/files/Documents_officiels/INMQ_PL_STRATEGIQUE_web.pdf
- Ministère de l'Éducation (2004). *Programme d'études professionnelles – Conduite de machines de traitement du minerai*. Québec: l'auteur.
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2023). *Stratégie gouvernementale de développement durable 2023-2028*. Québec, 130 p. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/developpement-durable/strategie-gouvernementale/strategie-gouv-developpement-durable-2023-2028.pdf>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2020a). *Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025*. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/energie-ressources-naturelles/publications-adm/plan-strategique/PL_valorisation_mineraux_critiques_strategiques.pdf
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2020b). *Processus de développement minéral*. <https://mrnf.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/processus-developpement-mineral.pdf>
- Office québécois de la langue française (2025). *Flottation*. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8434641/flottation>



