

Propulser notre avenir

les talents et la technologie dans les secteurs minier,
pétrolier et gazier au Canada



Le Centre des Compétences futures (CCF) est un centre de recherche et de collaboration avant-gardiste qui se consacre à l'innovation dans le domaine du développement des compétences afin que toutes les personnes au Canada soient prêtes pour l'avenir du travail. Nous travaillons en partenariat avec des personnes chargées de l'élaboration des politiques, des personnes chargées de la recherche, des spécialistes, des employeurs et des travailleuses et travailleurs, ainsi qu'avec des établissements d'enseignement postsecondaire, afin de résoudre les problèmes urgents du marché du travail et de veiller à ce que chacun puisse bénéficier de possibilités pertinentes d'apprentissage tout au long de la vie. Nous sommes fondés par un consortium dont les membres sont l'Université métropolitaine de Toronto, Blueprint et Signal49 Recherche, et nous sommes financés par le Programme du Centre des compétences du gouvernement du Canada.

Table des matières

4

Principales conclusions

5

Tenir notre promesse

6

Le rétrécissement du bassin de talents

10

Des occasions nées de l'innovation

21

Contourner les obstacles

24

De réactives à proactives

27

Informations exploitables

29

Annexe A : Au sujet de la recherche & Méthodologie

32

Annexe B : Bibliographie

Principales conclusions

- Une pénurie de main-d'œuvre se profile dans les secteurs minier, pétrolier et gazier en raison du vieillissement de la main-d'œuvre. En 2024, le rapport entre le nombre de travailleurs âgés de 55 ans et plus et celui des travailleurs âgés de 15 à 24 ans dans ces secteurs était près de deux fois supérieur à la moyenne de tous les secteurs (3,19 et 1,62, respectivement).
- Les secteurs minier, pétrolier et gazier sont au deuxième rang des secteurs les plus exposés à l'automatisation au Canada (35,6 %), ce qui signifie que plus d'un tiers des tâches pourraient être effectuées, ou le seront bientôt, par les technologies actuelles.
- Les technologies les plus utilisées dans les secteurs sont les technologies de surveillance environnementale et les outils de cartographie avancés (65 % dans les deux cas), suivies par les systèmes avancés de manutention et les jumeaux numériques ou la surveillance à distance (58 % dans les deux cas).
- Un peu plus de la moitié des personnes interrogées affirment qu'il a été plutôt difficile de trouver des travailleurs possédant les compétences requises pour les postes liés à l'adoption des technologies de pointe, tandis que 29,5 % déclarent que cela a été très difficile.
- Malgré des différences dans le niveau d'adoption entre les deux secteurs, et un taux d'adoption supérieur à la moyenne de tous les secteurs, les gestionnaires des secteurs minier, pétrolier et gazier affirment qu'ils se caractérisent par une culture de l'innovation axée sur « le premier du second tour ». Cela signifie qu'ils sont peu enclins à prendre des risques et s'appuient fortement sur les exemples concrets d'adoption et les validations de principe fournies par d'autres, ce qui se traduit par une adoption tardive des technologies émergentes.
- Des enjeux propres aux secteurs, tels que le processus de délivrance de permis, la durée de vie variable des équipements et les conditions d'exploitation non standardisées, ont une incidence sur l'adoption et le déploiement des technologies émergentes.

Tenir notre promesse

L'extraction minière et l'exploitation en carrière (qu'on désigne par « secteur minier » dans le texte) et l'extraction de pétrole et de gaz (qu'on désigne par « secteur pétrolier et gazier » dans le texte) sont deux des secteurs les plus productifs et les plus importants sur le plan stratégique au Canada¹.

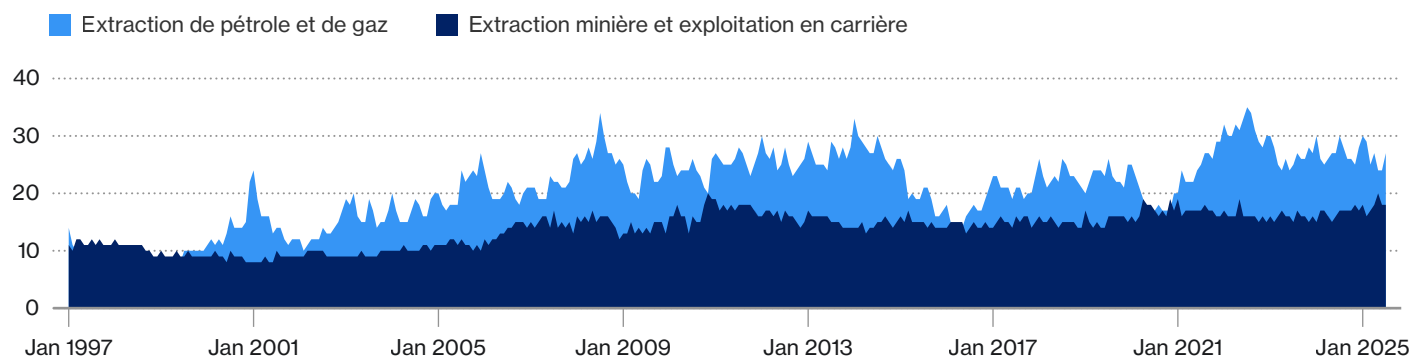
Ils représentent environ 5,2 % de notre PIB (en août 2025)² et contribuent à asseoir la souveraineté nationale face aux turbulences géopolitiques. Il convient de noter que leur part dans les exportations canadiennes a pratiquement doublé entre 1997 et 2008 et qu'elle s'est maintenue à ce niveau depuis lors (voir le Graphique 1).

Le secteur pétrolier et gazier est appelé à jouer un rôle central dans la sécurisation de notre avenir énergétique et constitue un moteur important du développement des technologies liées au captage et à la réduction des émissions de carbone³.

Pour sa part, le secteur minier canadien joue un rôle essentiel dans l'approvisionnement en minéraux critiques, tels que le lithium, le nickel et le cobalt, tous indispensables aux technologies d'énergie propre, aux véhicules électriques et au stockage par batterie⁴. À mesure que la demande mondiale pour ces ressources s'accroît, la capacité du Canada à les extraire et à les transformer de manière durable et concurrentielle sera un facteur déterminant pour sa résilience économique et son influence géopolitique futures.

Graphique 1

La part des secteurs primaires dans les exportations de biens a augmenté au fil du temps
(part en pourcentage)



Sources : Statistique Canada; Signal49 Recherche.

- 1 Nous désignons collectivement les secteurs primaires que sont l'extraction minière et l'exploitation en carrière et l'extraction de pétrole et de gaz sous « secteurs minier, pétrolier et gazier » et chaque secteur individuellement sous « secteur minier » et « secteur pétrolier et gazier ».
- 2 Statistique Canada, « Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base ».
- 3 Institut climatique du Canada, « Captation du carbone concentré ».
- 4 Agence internationale de l'énergie, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*

Reflète de leur potentiel, les deux secteurs occupaient une place prépondérante dans le budget 2025 du gouvernement fédéral⁵, qui prévoit notamment la création d'un vaste Fonds souverain pour les minéraux critiques (deux milliards de dollars), destiné à aider les projets en matière de minéraux critiques (par exemple, le Cercle de feu (Ring of Fire) en Ontario et le Triangle d'or (Golden Triangle) en Colombie-Britannique) à accélérer le processus d'investissement grâce au « Fonds du premier et du dernier kilomètre » (371,8 millions de dollars). Le budget propose en outre de rétablir les déductions pour amortissement accéléré (DPA accéléré) pour l'équipement de gaz naturel liquéfié (GNL) et les installations connexes de GNL à faible teneur en carbone.

Cependant, ces secteurs sont confrontés à un défi de taille : ils font déjà face à une pénurie de main-d'œuvre, et le bassin de talents ne cesse de s'amenuiser. Compte tenu de l'ampleur croissante de ce défi, nous avons cherché à comprendre comment les entreprises y font face en sondant 33 gestionnaires des secteurs et du domaine de l'enseignement postsecondaire, ce qui nous a permis de recueillir plus de 200 réponses, et en réalisant une analyse de l'exposition à l'automatisation pour les principales professions des secteurs. Nous constatons que l'automatisation peut contribuer à pallier la pénurie de main-d'œuvre tout en favorisant la création de postes exigeant des compétences de haut niveau dans les domaines de la technologie, de la maintenance et de l'intégration de systèmes, susceptibles d'attirer une main-d'œuvre plus jeune et formée en technologie.



Le rétrécissement du bassin de talents

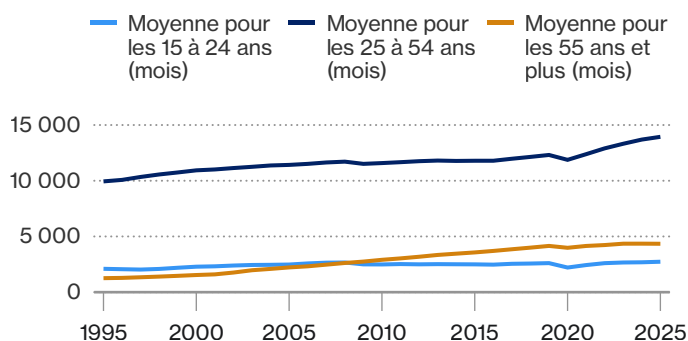
De moins en moins de jeunes Canadiens se tournent vers une carrière dans les secteurs minier, pétrolier et gazier. Au cours des 30 dernières années, la pyramide des âges des travailleurs des secteurs minier, pétrolier et gazier a considérablement évolué. D'après l'Enquête sur la population active de Statistique Canada⁶, l'année 2008 a représenté un point d'inflexion : le nombre mensuel moyen de personnes âgées de 55 ans et plus a dépassé celui des 15-24 ans au sein de la population active canadienne (voir le Graphique 2). Dans l'ensemble des secteurs, le rapport entre le nombre de travailleurs âgés et celui des jeunes, qui était de 1,17 (2 904 500 emplois/2 488 400 emplois) en 2010, a légèrement augmenté pour atteindre 1,52 (4 53 900 emplois/2 682 500 emplois) en 2024. Mais si l'on examine les secteurs minier, pétrolier et gazier, l'écart s'est creusé. Après avoir touché son niveau le plus bas en 2010, soit 1,31 (30 800 emplois/23 600 emplois), l'écart d'âge dans les secteurs minier, pétrolier et gazier a atteint son niveau le plus élevé en 2024, soit 3,19 (52 700 emplois/16 500 emplois) (voir le Graphique 3), soit près du double de la moyenne de tous les secteurs.

Cet écart met en évidence une tendance préoccupante : le manque persistant de jeunes recrues (âgées de 15 à 24 ans) dans les secteurs minier, pétrolier et gazier alors que leur présence est indispensable pour assurer la pérennité de la main-d'œuvre.

Graphique 2

L'emploi dans tous les secteurs

(emploi, en milliers)



Sources : Statistique Canada; Signal49 Recherche.

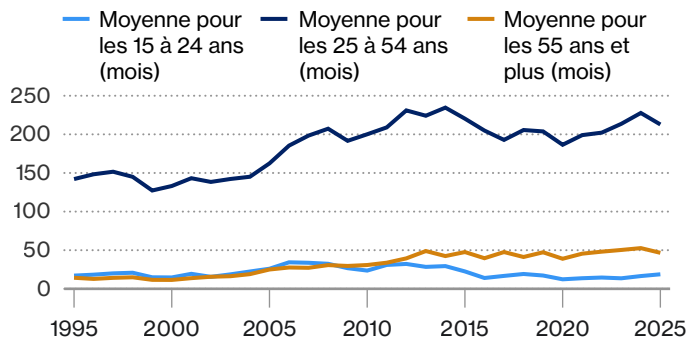
⁵ Ministère des Finances Canada, *Budget 2025*, « Bâtir une économie canadienne plus forte ».

⁶ Statistique Canada, « Le taux d'emploi selon le groupe d'âge, octobre 2025 ».

Graphique 3

L'emploi dans les secteurs minier, pétrolier et gazier
(1995–2024)

(emploi, en milliers)



Sources : Statistique Canada; Signal49 Recherche.

**Inscriptions et intérêt**

Les gestionnaires des établissements d'enseignement postsecondaire nous ont fait part de leur inquiétude face à la réticence manifestée à l'égard des carrières dans les secteurs minier, pétrolier et gazier. Par exemple, dans une enquête réalisée en 2020, le Conseil des ressources humaines de l'industrie minière a indiqué que 42 % des jeunes Canadiens (âgés de 15 à 20 ans) « n'envisageraient absolument pas » de travailler dans le secteur minier, et que 38 % « n'envisageraient absolument pas » de travailler dans le secteur pétrolier et gazier⁷.

Le paradoxe de la perception publique

Des études sur la perception du public montrent que les secteurs minier, pétrolier et gazier bénéficient d'un large soutien de la population⁸. Par exemple, un professionnel du secteur minier, s'appuyant sur des études consacrées à la perception du public à l'égard du secteur, a déclaré : « Les gens ont généralement une bonne opinion du secteur minier, mais cela ne signifie pas pour autant qu'ils souhaitent y travailler. C'est là tout le paradoxe, soit un fort soutien de la population, mais un faible intérêt pour les carrières dans le secteur minier. »

Par ailleurs, un sondage national réalisé par Nanos pour le compte de l'Université d'Ottawa en août 2025 a révélé que 84 pour cent des répondants estiment que le secteur pétrolier et gazier est important pour l'économie actuelle du Canada, et que 67 % d'entre eux considèrent qu'il est important pour l'économie future du pays (contre 41 % en 2020)⁹.

- 8 Transfert Environnement et Société, « Baromètre de l'acceptabilité sociale : secteur minier canadien »; Association minière du Canada, « Sondage d'opinion publique »; Environics Research, *Canada 2025: The Next Energy Superpower?*
- 9 Programme « Énergie positive » de l'Université d'Ottawa, « L'accord avec l'idée que le Canada devrait accroître ses exportations de pétrole et de gaz naturel ».

7 Conseil des ressources humaines de l'industrie minière, « De la salle de classe à la mine : Examen des possibilités d'études postsecondaires dans le secteur minier au Canada 2023 ».

À cette baisse d'intérêt des étudiants nés au Canada pour les secteurs minier, pétrolier et gazier s'ajoute le resserrement des plafonds d'admission des étudiants étrangers dans le bassin¹⁰. Cela réduit encore davantage le bassin de talents, car les étudiants étrangers jouent un double rôle essentiel dans ces secteurs : ils contribuent à maintenir les programmes en vie et constituent une source de main-d'œuvre pour le marché du travail canadien.

Dans leurs propres mots

« Les inscriptions étaient bonnes au milieu des années 2000, puis elles ont progressivement diminué pour toucher leur niveau le plus bas pendant la pandémie de COVID. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

« D'où viendront mes talents? Les statistiques du secteur indiquent qu'environ 10 000 postes seront à pourvoir chaque année dans le secteur minier au cours de la prochaine décennie, rien qu'en raison des départs à la retraite. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

« Les étudiants étrangers ont permis de garder en vie certains programmes lorsque le nombre d'inscriptions nationales était faible. Sans eux, ces programmes pourraient être menacés. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

« Si nous voulons vraiment reconstruire notre pays pour l'avenir, nous devons investir dans ce genre de programmes. Si nous ne faisons rien, ce sera toujours la même rengaine, et de moins en moins d'entreprises canadiennes seront en mesure de rivaliser sur le marché international. »

Professionnel du secteur minier

Institutions sectorielles et institutions d'enseignement postsecondaire

Près de 50 pour cent des personnes interrogées dans le cadre de notre enquête ont cité la diplômanie (l'importance excessive accordée aux diplômes au détriment de l'expérience pratique) comme un obstacle institutionnel majeur, et près du quart estiment que les programmes d'enseignement postsecondaire ne sont pas adaptés aux besoins des secteurs.

Au cours des entretiens, les personnes interrogées ont souligné que le décalage concerne les universités, et non les institutions polytechniques.



Dans leurs propres mots

« Il y a une lacune dans la manière dont nous formons les gens. Les universités ne répondent pas aux besoins des secteurs, mais les écoles polytechniques font un excellent travail. »

Professionnel des activités de soutien

« Tous nos programmes [polytechniques] sont dotés de comités consultatifs composés de représentants des secteurs. Notre objectif est de donner la parole à un large éventail d'acteurs des secteurs. Nous adaptons constamment notre programme et nos outils de formation en fonction de leurs commentaires. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

¹⁰ Immigration, Réfugiés et Citoyenneté Canada, « Attributions provinciales et territoriales de 2026 en vertu du plafond d'étudiants étrangers ».

Recruter la main-d'œuvre de demain

Outre les difficultés liées à la pénurie croissante de main-d'œuvre, les emplois dans les secteurs minier, pétrolier et gazier sont souvent situés dans des régions reculées du pays. Cette condition de travail complique encore davantage le recrutement de personnel; les sites éloignés et le navettage dissuadent de nombreux travailleurs potentiels de se lancer dans une carrière dans les secteurs. Par exemple, parmi les 100 plus grands projets d'exploration, l'exploitation minière la plus au sud du Canada se trouve à Crean Hill, à Sault Ste. Marie, alors que la plupart des projets pétroliers et gaziers se situent en Alberta, en dehors des centres-villes¹¹.

Pour remédier à la difficulté de faire venir de la main-d'œuvre sur des sites isolés, des experts professionnels de l'enseignement postsecondaire et des secteurs ont suggéré d'accroître la participation des Autochtones dans ces secteurs. L'Association minière du Canada et l'Association canadienne des producteurs pétroliers ont publié des rapports qui font valoir les partenariats de travail avec les communautés autochtones¹² ainsi que la représentation des travailleurs autochtones dans les secteurs minier, pétrolier et gazier¹³. Cet appel à une participation accrue va dans le sens des conclusions de notre enquête; un quart des personnes interrogées ont signalé la sous-représentation des peuples autochtones. De plus, les partenariats dirigés par les populations autochtones, tant dans le secteur minier que dans le secteur pétrolier et gazier, peuvent apporter des avantages durables aux communautés à l'avenir¹⁴.

Dans leurs propres mots

« Trop peu de personnes se lancent dans le secteur minier parce qu'elles ne veulent pas vivre en dehors des grandes villes. Elles disent : « Je ne peux pas vivre à Vancouver ou à Toronto? Je dois aller à Timmins ou à Flin Flon? » Ça les rebute. Aux États-Unis, le nombre d'écoles de génie minier a chuté à une fraction de ce qu'il était autrefois, car il n'y a pas assez d'étudiants et que les emplois n'étaient pas stables. Mais le problème principal, c'est que les gens ne veulent pas vivre dans des régions isolées. »

Professionnel du secteur minier

« Les entreprises des secteurs souhaitent recruter et faire des affaires, mais elles ne savent pas trop à qui s'adresser et craignent de dire la mauvaise chose. Ainsi, plutôt que de courir le risque de commettre une erreur, elles attendent que ce soient les partenaires autochtones qui prennent contact. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

¹¹ Ressources naturelles Canada, « Carte des ressources minérales et de l'activité minière ».

¹² Association minière du Canada, « Relations avec les Autochtones et les collectivités ».

¹³ Association canadienne des producteurs pétroliers, « Indigenous people's involvement in economic contribution and reconciliation in Canada's oil and natural gas industry ».

¹⁴ Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole, « Exploitation minière et réconciliation : Réfléchir à la Journée nationale de la vérité et de la réconciliation ».

Des occasions nées de l'innovation

Les secteurs minier, pétrolier et gazier canadiens sont confrontés à une double réalité : l'automatisation constitue un levier puissant pour pallier la pénurie de main-d'œuvre, stimuler la productivité et attirer une nouvelle génération de travailleurs intéressés par les carrières dans les technologies de pointe. Mais l'automatisation comporte également des risques considérables pour les travailleurs dont les postes sont particulièrement exposés au risque de substitution technologique. Cette double réalité fait ressortir le caractère essentiel de la planification de la transition professionnelle.

Sans stratégies proactives, une approche consistant à « continuer comme avant » ne suffira pas. Il reste essentiel d'attirer et de fidéliser les talents, et les entreprises se tournent de plus en plus vers l'automatisation et les technologies de pointe pour combler leurs lacunes, améliorer leur efficacité et résoudre les problèmes liés au bassin de talents. Par exemple, des initiatives telles que « This Is Mine Life »¹⁵ font ressortir la transformation technologique du secteur, en mettant de l'avant des emplois qui allient le développement logiciel et le génie à l'extraction des ressources, contribuant ainsi à redéfinir les secteurs minier, pétrolier et gazier comme des secteurs axés sur l'innovation.

« Nous avons participé à une initiative intitulée « This Is Mine Life », qui parle des technologies géniales que vous pourrez utiliser et de l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée. Une personne pourrait faire carrière dans le développement de logiciels et travailler dans ce secteur. »

Professionnel du domaine de l'enseignement postsecondaire

Mais cette occasion s'accompagne de responsabilités. Des scores d'exposition élevés dans les professions de base signifient que l'automatisation pourrait entraîner le licenciement de milliers de travailleurs si son adoption s'accélère sans qu'elle soit accompagnée d'investissements parallèles dans le développement des compétences. L'adoption des technologies doit donc se faire conjointement avec des programmes de recyclage professionnel, des parcours de transition vers de nouveaux emplois et des partenariats avec les institutions d'enseignement postsecondaire, afin que les travailleurs évoluent vers des postes émergents plutôt que de quitter définitivement le marché du travail.

En résumé, l'automatisation n'est pas seulement une solution à la pénurie de main-d'œuvre, mais aussi un catalyseur de changements structurels. C'est en tirant parti de ses avantages tout en atténuant ses risques que les secteurs minier, pétrolier et gazier pourront rester concurrentiels, inclusifs et résilients au cours des prochaines décennies.

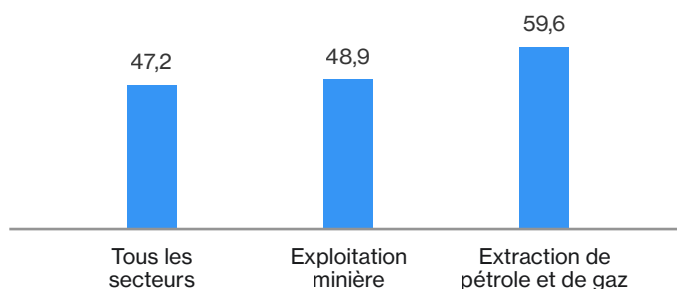
Le potentiel inexploité de l'automatisation

Le score d'exposition, c'est-à-dire la mesure dans laquelle les tâches d'une profession peuvent être automatisées, permet d'identifier celles qui sont les plus susceptibles d'être touchées par des bouleversements et celles où les efforts de recyclage professionnel doivent être prioritaires¹⁶. Les secteurs minier, pétrolier et gazier figurent parmi les secteurs les plus exposés aux technologies d'automatisation au Canada¹⁷. Cependant, bien qu'ils aient adopté les technologies de pointe dans une mesure supérieure à la moyenne de tous les secteurs (voir le Graphique 4), il y subsiste un potentiel de productivité inexploité lié à l'automatisation.

Graphique 4

Les entreprises du secteur pétrolier et gazier ont davantage recours aux technologies de pointe que les entreprises minières

(pourcentage d'entreprises utilisant une technologie de pointe donnée, 2022)



Sources : Statistique Canada, « Enquête sur les technologies de pointe » ; Signal49 Recherche.

¹⁵ Ontario Mining Association, « This is Mine Life ».

¹⁶ Le score d'automatisation correspond au pourcentage des tâches d'une profession qui pourraient être automatisées à l'aide des technologies actuelles.

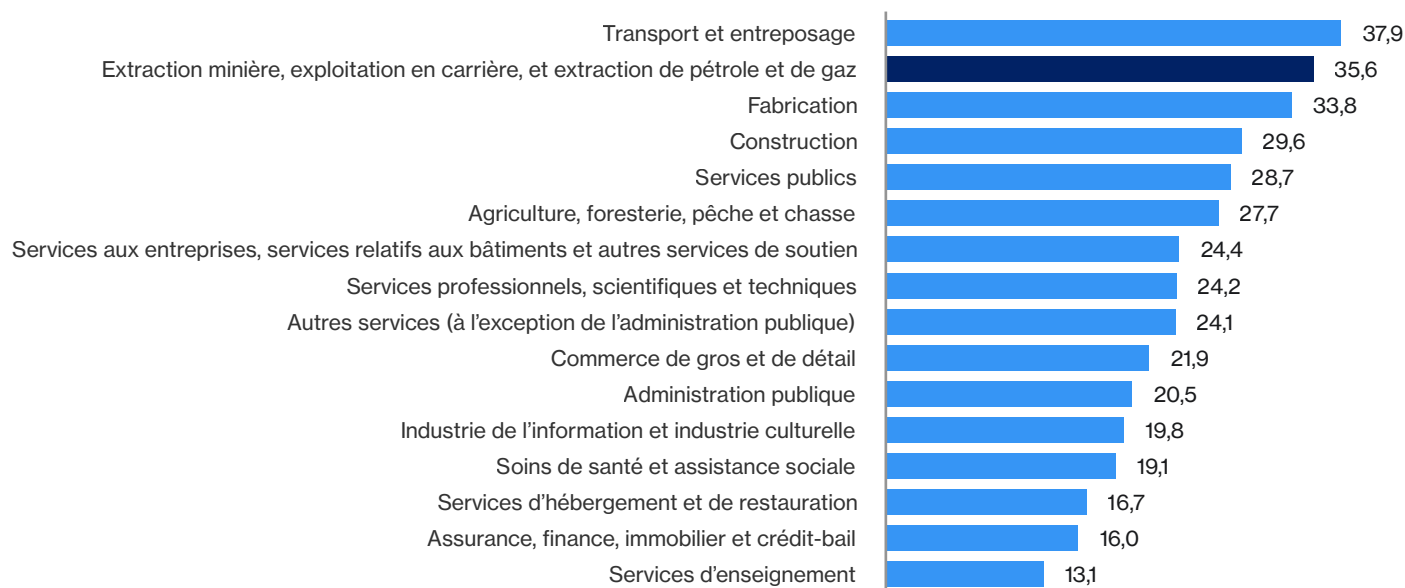
¹⁷ Plus d'un tiers des tâches professionnelles dans les secteurs minier, pétrolier et gazier pourraient être automatisées grâce aux technologies existantes. Les secteurs minier, pétrolier et gazier se situent juste derrière le secteur des transports et de l'entreposage en termes d'exposition à l'automatisation.

Nos estimations montrent que les secteurs minier, pétrolier et gazier présentent un score d'exposition à l'automatisation moyen de 35,6 (voir le Graphique 5 et l'Annexe A pour plus de détails sur le calcul)¹⁸, ce qui signifie que plus d'un tiers des tâches effectuées dans ces secteurs pourraient être automatisées à l'aide des technologies disponibles aujourd'hui. Pour mettre cela en perspective, seul le secteur des transports et de l'entreposage affiche un score d'exposition plus élevé, soit 37,9. Ces scores montrent à quel point l'automatisation pourrait transformer en profondeur le monde du travail dans ces secteurs. Un score de 35,6 montre que les tâches routinières, mécaniques et axées sur les processus représentent une part considérable du travail, ce qui fait de la profession une bonne candidate à l'automatisation au moyen de la robotique, de l'IA et des systèmes télécommandés.

Cela engendre à la fois des risques et des occasions pour les travailleurs et les entreprises : des risques pour les travailleurs, car l'exercice de fonctions fortement exposées peut entraîner un remplacement; des risques pour les entreprises liés aux coûts de l'innovation et de l'automatisation (en particulier dans un secteur hautement capitalistique, ce que nous aborderons plus loin); en même temps, des possibilités pour les travailleurs de se perfectionner et de travailler à distance (sous réserve des possibilités offertes par la technologie); et des occasions pour les entreprises si celles-ci parviennent à réaliser d'importants gains de productivité et d'efficacité grâce à l'automatisation.

Graphique 5

L'extraction de pétrole et de gaz et l'extraction minière et l'exploitation en carrière viennent au deuxième rang des secteurs primaires les plus exposés à l'automatisation (pourcentage des tâches pouvant être automatisées)

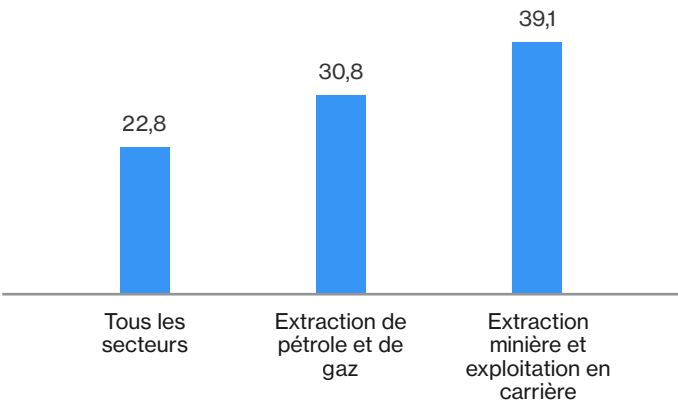


Source : Signal49 Recherche.

18 L'exposition à l'automatisation est définie comme le pourcentage des tâches jugées automatisables dans une profession, agrégé par secteur à partir de répartitions professionnelles pondérées par l'emploi, de sorte que l'exposition reflète à la fois l'exposition au niveau des tâches et la concentration des professions exposées au sein de chaque secteur.

Le graphique 6 montre que le secteur minier présente un potentiel d'automatisation plus élevé (39,1 %) que le secteur pétrolier et gazier (30,8 %), tous deux bien supérieurs à la moyenne de l'ensemble de l'économie, qui s'établit à 22,8 %. Cette distinction est cruciale pour la planification des effectifs, car elle montre que, même au sein des secteurs, le degré d'exposition à l'automatisation peut varier considérablement, ce qui nécessite des stratégies d'adoption et de recyclage adaptées à chaque secteur.

Graphique 6
Le potentiel d'automatisation est plus élevé dans le secteur minier que dans le secteur pétrolier et gazier
(pourcentage des tâches pouvant être automatisées)



Source : Signal49 Recherche.

Dans le secteur minier, 9,7 % des professions sont considérées comme étant fortement exposées à l'automatisation, mais ces postes représentent 40,2 % de l'emploi total. (voir le Tableau 1). Cela signifie qu'un nombre relativement restreint de postes, ceux qui sont les plus exposés à l'automatisation, représente une part importante de la main-d'œuvre. Cette concentration de l'emploi dans des postes fortement exposés met en évidence une occasion majeure. L'automatisation peut contribuer à pallier la pénurie de main-d'œuvre lorsqu'elle est appliquée à des tâches routinières et physiquement exigeantes pour lesquelles il est de plus en plus difficile de trouver du personnel. En même temps, cela ouvre la voie à de nouveaux postes hautement qualifiés dans les domaines de la technologie, de la maintenance et de l'intégration de systèmes, des postes susceptibles d'attirer une main-d'œuvre plus jeune et ferrée en technologie.

Tout aussi importante est la catégorie d'exposition modérée, qui correspond à 39,7 % des professions et à 33,2 % de l'emploi. Ces postes ne seront probablement pas entièrement automatisés, mais bon nombre de leurs tâches peuvent être facilitées par la technologie. Cela laisse penser que l'impact le plus important sur l'emploi ne proviendra peut-être pas du remplacement des postes, mais de leur transformation, où les travailleurs allieront une expertise du domaine à des compétences numériques, techniques et analytiques.

Tableau 1
Près des trois quarts des emplois dans le secteur de l'extraction minière et de l'exploitation en carrière sont exposés à l'automatisation

Exposition à l'automatisation	Nombre de professions	Pourcentage	Emploi	Pourcentage
Exposition élevée (>50)	26	9,7	30 955	40,2
Exposition modérée (25-49)	106	39,7	25 555	33,2
Exposition faible (<25)	135	50,6	20 520	26,6
Total	267	100,0	77 030	100,0

Source : Signal49 Recherche.

Dans le secteur pétrolier et gazier, 9,8 % des professions sont considérées comme étant fortement exposées à l'automatisation, représentant 17,5 % de l'emploi total, tandis que les postes dont l'exposition est modérée représentent 35,4 % des professions et 32,4 % de l'emploi (voir le Tableau 2). Cette répartition représente une occasion majeure pour le secteur. Si les postes au degré d'exposition faible constituent la moitié de l'emploi à l'heure actuelle, la part importante des professions au degré d'exposition modéré ou élevé signifie que l'automatisation peut contribuer à pallier les pénuries de main-d'œuvre en permettant l'exécution de tâches répétitives et physiquement exigeantes pour lesquelles il est de plus en plus difficile de trouver du personnel. En même temps, l'automatisation génère une demande pour de nouveaux postes dans les domaines de l'intégration technologique, de la maintenance prédictive et de l'exploitation à distance, des emplois susceptibles d'attirer une main-d'œuvre plus jeune et ferrée en numérique.

À mesure que l'automatisation continuera de transformer ces secteurs, une action coordonnée sera indispensable. Les pouvoirs publics, les établissements d'enseignement et le secteur privé ont tous un rôle à jouer. Les entreprises peuvent repérer les besoins émergents en compétences et investir dans l'adoption des technologies, tandis que les politiques publiques et les fournisseurs de formation peuvent donner accès à des programmes de recyclage des compétences et assurer la planification régionale de la main-d'œuvre. Cette collaboration est importante, car l'automatisation ne se limite pas aux postes individuels; elle a une incidence sur la productivité, l'inclusion économique et la compétitivité à l'échelle nationale.

Tableau 2
La moitié des emplois dans le secteur de l'extraction de pétrole et de gaz sont exposés à l'automatisation

Exposition à l'automatisation	Nombre de professions	Pourcentage	Emploi	Pourcentage
Exposition élevée (>50)	24	9,8	12 615	17,5
Exposition modérée (25-49)	87	35,4	23 325	32,4
Exposition faible (<25)	135	54,9	35 990	50,0
Total	246	100,0	71 930	100,0

Source : Signal49 Recherche.



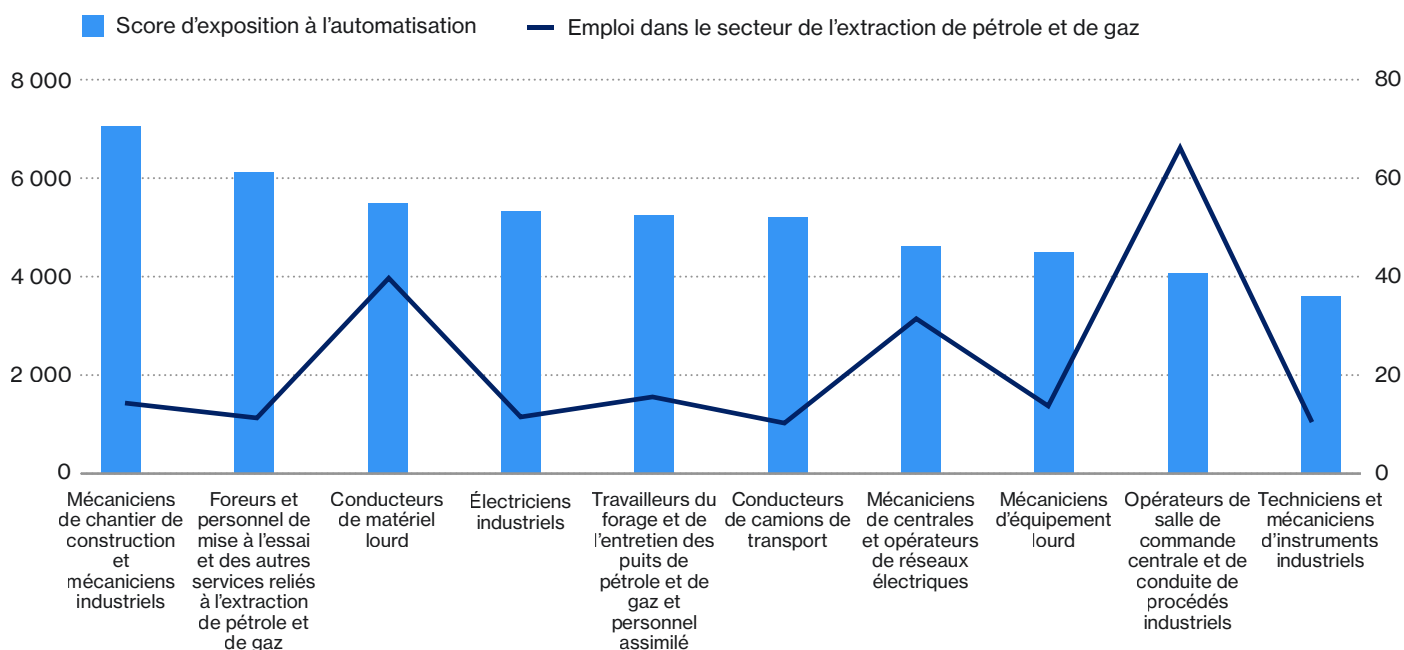
Secteur pétrolier et gazier

Dans le secteur pétrolier et gazier, les métiers tels que les mécaniciens de chantier de construction et les mécaniciens industriels (score d'exposition à l'automatisation de 70,6), les travailleurs du forage des puits de pétrole (61,3) et les conducteurs de matériel lourd (55,0) comptent parmi les plus exposés (voir le Graphique 7). Ces postes impliquent généralement des tâches physiques répétitives qui sont de plus en plus souvent automatisées grâce à la robotique et à des machines télécommandées. Il convient de noter que les opérateurs de salle de commande centrale et de conduite de procédés industriels (qui surveillent, ajustent et entretiennent l'équipement et les installations de traitement¹⁹), avec un score de 40,8, constituent le groupe professionnel le plus important, ce qui montre que même les postes dont l'exposition est modérée peuvent avoir une incidence considérable sur les perspectives d'emploi²⁰.

Graphique 7

Les dix professions les plus exposées sont celles qui impliquent principalement des tâches routinières et mécaniques dans le secteur de l'extraction de pétrole et de gaz

(axe de gauche : emploi; axe de droite : score d'exposition à l'automatisation)



Remarque : professions comptant au moins 1 000 personnes en 2021.

Source : Signal49 Recherche.

¹⁹ Canada, Classification nationale des professions, « 9232.0 – « Opérateurs/opératrices de salle de commande centrale et de conduite de procédés industriels dans le raffinage du pétrole et le traitement du gaz et des produits chimiques ».

²⁰ Le score d'exposition à l'automatisation indique la part des tâches d'une profession qui pourraient être automatisées à l'aide des technologies actuelles. Les professions dont le score est supérieur à 50 % sont qualifiées de fortement exposées, celles dont le score se situe entre 25 et 50 % sont considérées comme modérément exposées et celles dont le score est inférieur ou égal à 25 % sont considérées comme faiblement exposées.

Secteur minier

Le secteur minier présente une tendance similaire : les mécaniciens de chantier de construction et les mécaniciens industriels sont également en tête du classement en matière d'exposition, avec un score de 70,6, suivis des soudeurs et opérateurs de machines à souder et à braser (65,7) et des travailleurs d'entretien et de soutien des mines souterraines (56,7) (voir le Graphique 8). Ces postes sont essentiels aux activités minières et sont de plus en plus remplacés ou complétés par des systèmes automatisés. Il est important de noter que les mineurs d'extraction et de préparation de mines souterraines (score de 54,9) et les conducteurs de matériel lourd (55,0) représentent ensemble plus de 16 500 emplois, ce qui en fait des candidats importants pour la planification de la transition professionnelle.

C'est le moment d'agir

L'automatisation n'est plus une perspective lointaine; elle transforme déjà le travail dans les secteurs minier, pétrolier et gazier. Les scores élevés d'exposition dans les professions clés, associés à des données d'emploi importantes, mettent en évidence une occasion : l'automatisation peut contribuer à remédier aux pénuries de main-d'œuvre persistantes en prenant en charge les tâches routinières et physiquement exigeantes, tout en créant de nouveaux postes dans les domaines de la technologie, de la maintenance et de l'intégration de systèmes.

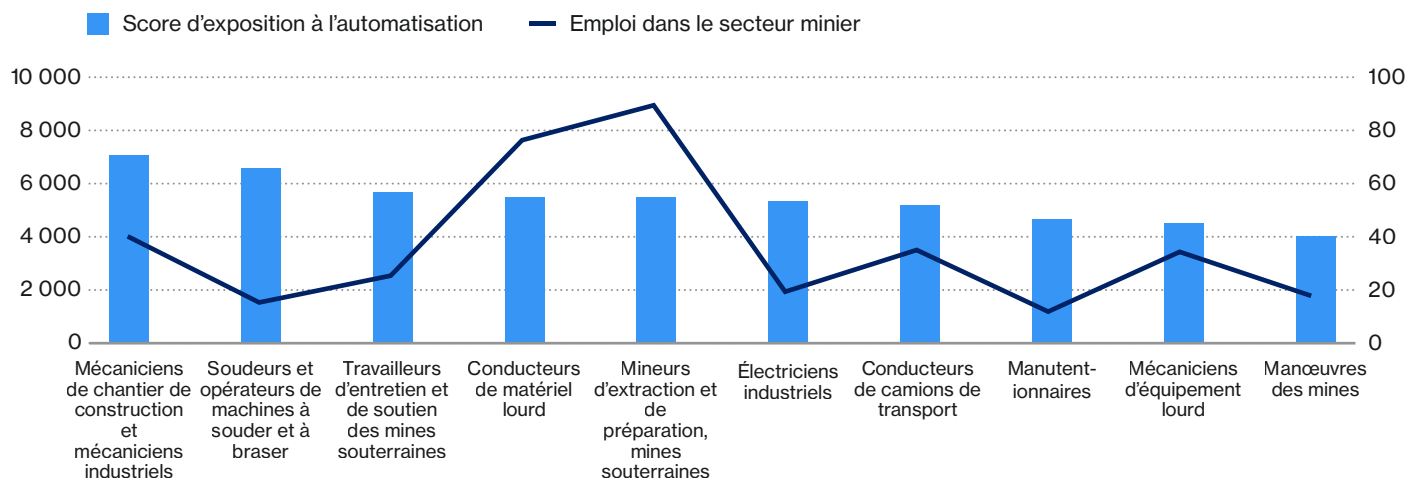
Cette évolution nécessite des stratégies adaptées à chaque poste, axées sur la mise à niveau des compétences et les parcours de mobilité, afin que les travailleurs puissent évoluer vers des postes en plein essor plutôt que de quitter le marché du travail.

Il est important de noter que le potentiel d'automatisation ne se traduit pas toujours par une adoption immédiate. Par exemple, 59,6 % des entreprises du secteur de l'extraction du pétrole et du gaz déclarent utiliser des technologies de pointe, un chiffre bien supérieur à la moyenne de l'ensemble de l'économie, qui est de 47,2 %, tandis que les entreprises minières affichent un taux d'adoption de 48,9 %, soit un chiffre à peine supérieur à la moyenne. Ce contraste met en lumière un constat important : les entreprises du secteur pétrolier et gazier exploitent la technologie de manière plus efficace, bien qu'elles soient moins exposées à l'automatisation que celles du secteur minier, tandis que le fort potentiel d'automatisation du secteur minier, associé à un taux d'adoption modéré, laisse entrevoir des possibilités inexploitées de gains de productivité. Compte tenu du fort potentiel d'automatisation dans ces secteurs, quelles technologies les entreprises utilisent-elles actuellement, et comment peuvent-elles passer à l'étape suivante?

Graphique 8

Les dix professions les plus exposées sont celles qui impliquent plusieurs tâches routinières et répétitives dans le secteur de l'extraction minière et de l'exploitation en carrière

(axe de gauche : emploi; axe de droite : score d'exposition à l'automatisation)



Remarque : professions comptant au moins 1 000 personnes en 2021.

Source : Signal49 Recherche..

La technologie au travail

Les technologies les plus utilisées dans les secteurs minier, pétrolier et gazier sont les outils technologiques de surveillance environnementale et les outils de cartographie avancés (dans les deux cas, taux d'adoption de 65 %). D'autres technologies sont également largement adoptées, notamment les jumeaux numériques, les véhicules électriques à batterie (VEB), l'Internet des objets (IdO), les capteurs de sécurité portables, les opérations propulsées par la 5G/LTE et les systèmes avancés de manutention (voir le Graphique 9). Si l'on examine les entreprises qui « explorent » les technologies, l'IA est celle qui affiche le taux d'« exploration » le plus élevé (35,2 %), suivie de près par les systèmes de maintenance prédictive (31,1 %). Étant donné que l'IA, en tant que technologie, occupe la première place dans la catégorie « en cours d'exploration » et figure parmi les dernières dans la catégorie « non utilisée », il est probable que son adoption se généralise dans les années à venir, d'autant plus que Ressources naturelles Canada s'est engagé dans plusieurs projets d'IA pour les secteurs²¹.

Cas d'utilisation des technologies de pointe dans les secteurs minier, pétrolier et gazier

Maintenance prédictive

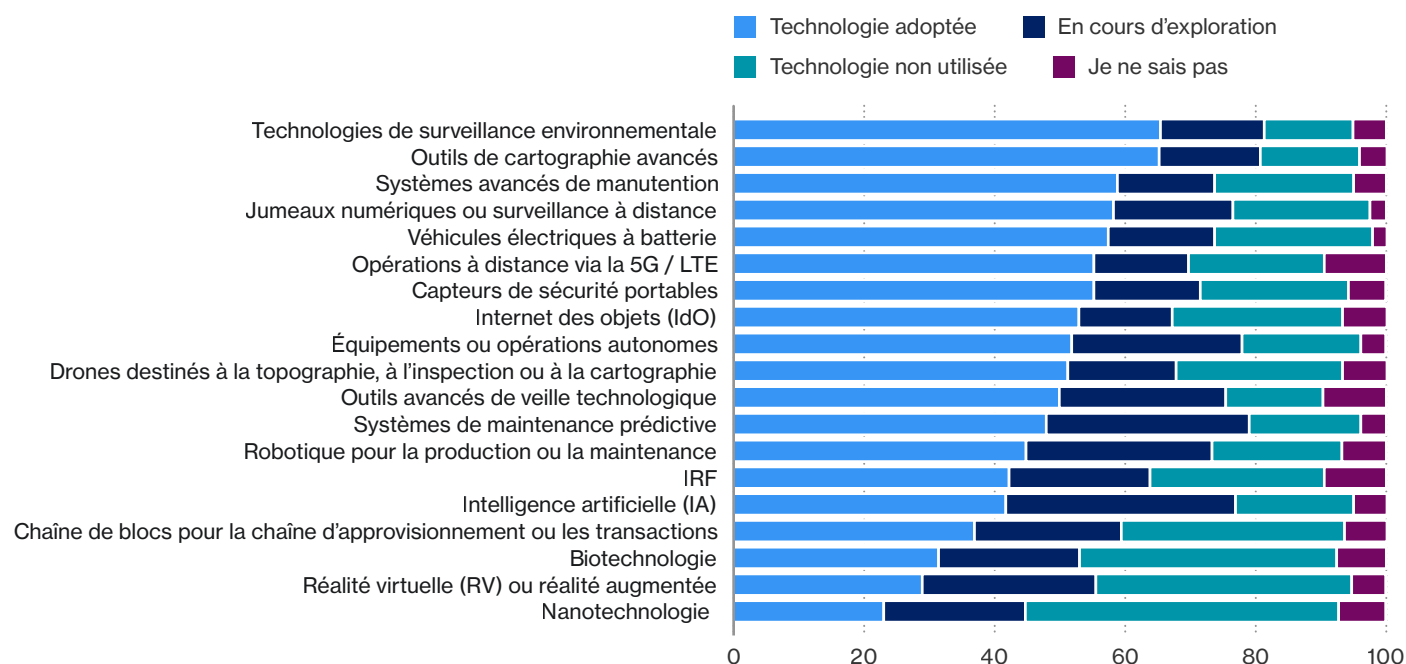
« La plupart de nos équipements sont désormais munis de systèmes prédictifs. Les camions, les pipelines et les vannes sont tous dotés de capteurs. La puissance de calcul nous a rattrapés, si bien que les données nous aident à prendre des décisions, parfois de manière automatique. Cela rejoint le domaine de l'IA. Nous fournissons de la formation sur l'équipement opérationnel à l'aide de l'apprentissage automatique et nous utilisons des réseaux neuronaux depuis plus de 20 ans. Leur mise en œuvre nous a permis de comprendre à plus de 95 % les paramètres de l'usine et a rendu possible un contrôle de processus prédictif, ce que l'on appelle aujourd'hui l'IA, mais qui n'est en réalité qu'une question de mathématiques. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

Graphique 9

Adoption des technologies émergentes

Q : Au cours des cinq dernières années, dans quelle mesure votre organisation a-t-elle utilisé les technologies suivantes? (en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

21 Ressources naturelles Canada, « L'intelligence artificielle au service de l'exploitation minière ».

Cas d'utilisation des technologies de pointe dans les secteurs minier, pétrolier et gazier

Intelligence artificielle

« Nous étions en avance sur notre temps; dès que GPT a été lancé et mis à disposition sur OpenAI, et que les modèles ont été disponibles sur Azure, nous avons été parmi les premiers à l'adopter. Certains membres de notre personnel extrêmement brillants ont convaincu la direction d'investir dans l'IA et l'ont mise à la disposition de notre équipe. »

Professionnel du secteur minier

« Il existe déjà un système de tri de minerai assisté par l'IA; l'IA tente de reconnaître la roche et de déterminer de quoi il s'agit. C'est impressionnant. »

Professionnel du secteur minier

Véhicules électriques à batterie (BEV)

« Nous utilisons des véhicules électriques à batterie sur nos sites, et c'est génial. Les petits camions partent tous les jours, reviennent, se rechargent, et sont prêts pour le lendemain. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

Surveillance environnementale

« Nous avons mis au point un procédé qui ne génère aucun déchet. Il ne restera rien sur le site une fois que nous aurons terminé. Tout ce que nous recevons devient un produit destiné à la vente. »

Professionnel du secteur minier

Équipements autonomes

« Nous nous intéressons aux équipements autonomes depuis quinze ans, des petites machines minières aux camions de grande taille. Pour l'instant, nous nous concentrons sur les améliorations Lean Six Sigma. Les camions autonomes ne sont rentables que si le gain d'efficacité est suffisamment important, et nous n'en sommes pas encore là. Nous réexaminons cette question chaque année, notamment lors du remplacement des composants de la flotte. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

« Je me trouvais justement dans une mine il y a deux jours. On y a remplacé 100 conducteurs de camion par 20 camions entièrement autonomes, dont chacun pèse 200 tonnes. Ces engins sont plus grands qu'une maison, et il n'y a personne à bord. Mais aujourd'hui, il y a vingt personnes dans la salle de contrôle. »

Professionnel du secteur minier

Les drones et la cartographie

« La cartographie par drone est indispensable. La technologie est aboutie, facile à mettre en œuvre, et nous aimerions l'utiliser encore davantage. »

Professionnel du secteur minier

Veille stratégique

« Nous utilisons des outils de veille stratégique tels que Power BI et Tableau, ainsi que les rapports directs issus de notre système ERP [système de planification des ressources de l'entreprise]. Notre configuration est personnalisée, car nous avons racheté de nombreuses entreprises et avons parfois conservé leurs systèmes ERP. Nous passons à un système ERP central [fournisseur], SAP, ce qui facilitera les migrations futures, car la société qui achète notre entreprise utilise également SAP. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

Jumeaux numériques

« Nous utilisons les jumeaux numériques depuis des années et disposons désormais de triplets numériques intégrant la réalité augmentée et la réalité virtuelle pour la formation. Ils nous permettent d'exécuter des visites virtuelles et du travail de conception de conception et de résoudre des problèmes. Je peux même escalader des tours virtuelles. La réalité augmentée et la réalité virtuelle ont été un excellent atout. Les outils numériques stimulent la productivité, mais leur mise en œuvre doit être rigoureuse. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

Afin de mieux comprendre l'écosystème technologique dans son ensemble et la manière dont les organisations des secteurs minier, pétrolier et gazier accèdent aux technologies et les adoptent, nous avons interrogé les participants sur les partenariats en matière de développement technologique, ainsi que sur les facteurs favorables à l'adoption des technologies ainsi que les obstacles à celle-ci.

Les entretiens nous ont permis de constater que l'adoption d'une technologie semble souvent être le fruit d'un effort collectif, depuis la validation de principe jusqu'à son adoption comme norme sectorielle. Étant donné que ces secteurs sont fortement capitalistiques, qu'ils entraînent de multiples répercussions et que chaque site présente des spécificités, les phases d'essai et les premiers résultats revêtent une importance cruciale, même si la mise en œuvre prend finalement du temps.



Nous avons posé des questions aux répondants sur les différents moyens qu'ils utilisent pour accéder aux technologies, en leur permettant de donner plusieurs réponses. Plus de 50 % des répondants ont déclaré développer des technologies en collaboration avec des partenaires externes, près de 50 % ont indiqué s'approvisionner auprès de fournisseurs, et 21 % ont développé des technologies à l'interne (voir le Graphique 10). En résumé, ces réponses mettent en évidence la prédominance de solutions sur mesure développées en collaboration avec des fournisseurs et des partenaires gouvernementaux²², plutôt qu'une priorité aux dépenses internes en R-D. Par exemple, en novembre 2025, le gouvernement du Canada a investi 1 050 000 dollars pour soutenir le Centre for Smart Mining du Cambrian College²³, qui soutiendra jusqu'à 145 PME spécialisées dans les technologies minières en leur offrant un accès à de l'équipement et à une expertise de pointe.

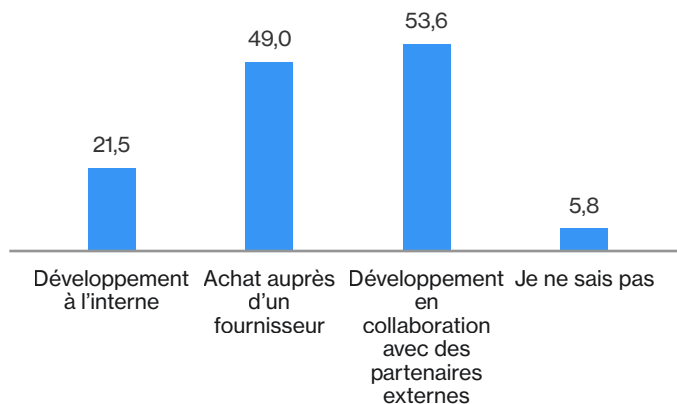
Graphique 10

Méthodes d'accès aux technologies émergentes

Q : Comment votre organisation a-t-elle accédé à de nouvelles technologies ou les a-t-elle développées?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

(pourcentage des tâches pouvant être automatisées)



Source : Signal49 Recherche.

²² Ressources naturelles Canada, « Centres de recherche CanmetÉNERGIE ».

²³ Canada, Agence fédérale de développement économique pour le Nord de l'Ontario – FedNor, « Le gouvernement du Canada investit plus d'un million de dollars pour soutenir l'innovation dans le secteur minier du Nord de l'Ontario ».

En ce qui concerne les incitatifs à l'adoption, les principaux facteurs influant sur la décision d'adopter une technologie sont la productivité et l'efficacité (84 %), la conformité (82 %) et la réduction des erreurs (81 %) (voir le Graphique 11). Les principaux facteurs qui influent sur la capacité d'adoption sont la sécurité et la confidentialité des données, l'incertitude quant à l'impact sur les activités et les difficultés d'intégration, chacun de ces facteurs étant cité par environ deux tiers des répondants (voir le Graphique 12).

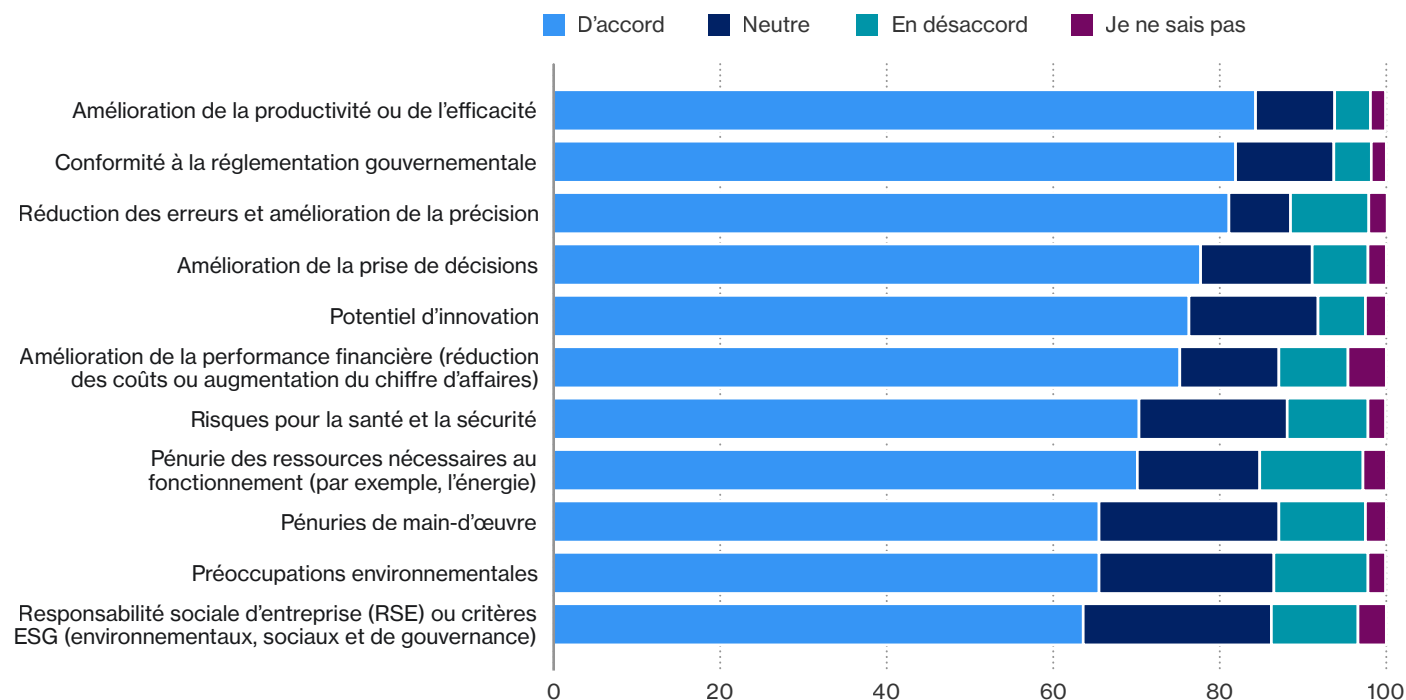
Enfin, plus de 59 % des répondants indiquent que la validation de principe et le degré d'adoption dans leur secteur influent sur leur décision d'adopter une technologie émergente. Lors des entretiens, les participants ont fait part de diverses préoccupations concernant l'adoption des technologies, allant du rendement du capital investi aux compétences, en passant par les infrastructures. Dans l'ensemble, ces préoccupations laissent entrevoir une approche prudente en matière d'innovation, que nous examinerons plus en détail dans la section suivante.

Graphique 11

Facteurs influant sur la décision d'adopter une technologie

Q : Dans quelle mesure êtes-vous d'accord ou en désaccord avec l'affirmation selon laquelle les facteurs suivants influent sur la décision de votre organisation d'adopter de nouvelles technologies?

(en pourcentage, n = 204)



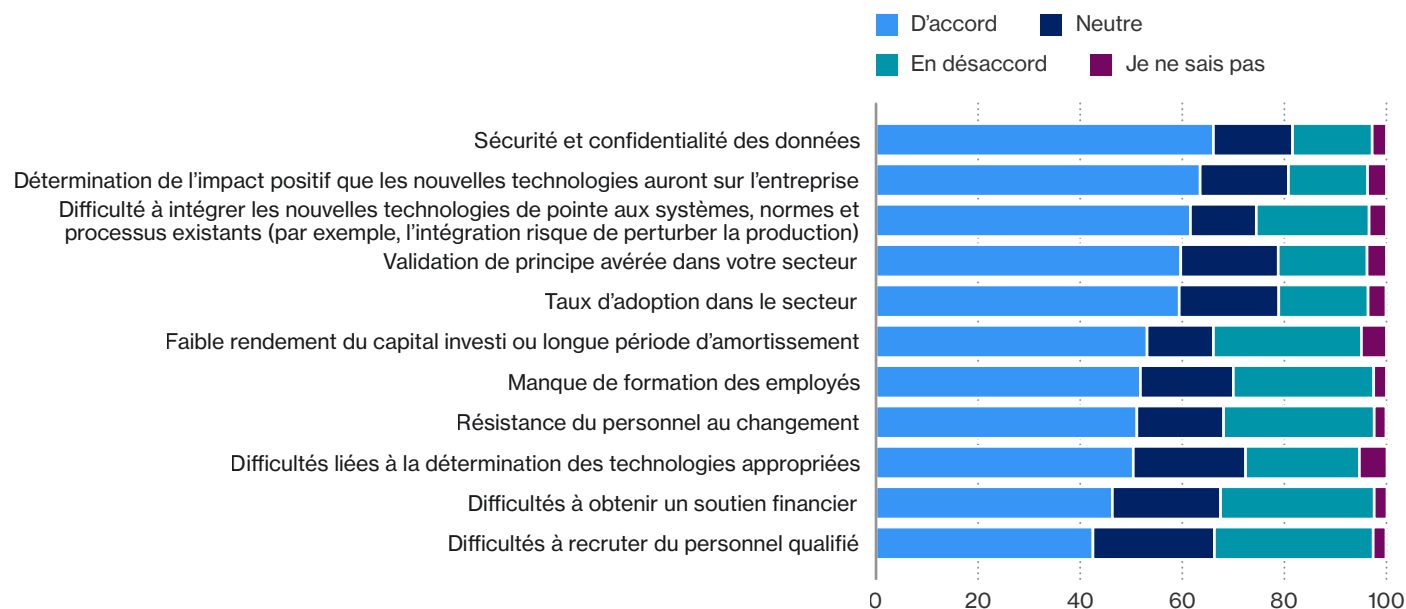
Source : Signal49 Recherche.

Graphique 12

Facteurs influant sur la capacité d'adoption

Q : Dans quelle mesure êtes-vous d'accord ou en désaccord avec l'affirmation selon laquelle les facteurs suivants influent sur la capacité de votre organisation à adopter de nouvelles technologies?

(en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

Dans leurs propres mots

« Lorsque nous développons ou testons de nouvelles technologies, nous commençons modestement et menons des essais pour gagner en confiance. En matière d'automatisation, ce sont les équipes opérationnelles qui déterminent leurs besoins. Nous collaborons souvent avec d'autres sociétés minières et menons des essais en dehors de nos activités courantes afin de nous préparer. Nous commençons par des projets et des mines de moindre envergure. »

Professionnel du secteur minier

« Les entreprises pétrolières et gazières collaborent en matière de développement technologique dans le cadre de partenariats tels que COSIA [Canada's Oil Sands Innovation Alliance]. Elles partagent des sites pilotes, comme celui de Suncor, où tous les participants ont pu tester des produits chimiques. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

« L'adoption est difficile, car l'exploitation minière est une activité fortement capitalistique qui nécessite de longs cycles de planification – il faut environ 20 ans pour construire une mine. L'automatisation ne se fait pas d'un simple clic. Les décisions en matière d'infrastructures ont été prises il y a dix ans, ce qui explique que les changements soient lents et difficiles à mettre en œuvre. »

Professionnel du secteur minier

Contourner les obstacles

Jusqu'à présent, nous avons présenté l'adoption des technologies et l'automatisation comme des moyens de pallier les difficultés liées au bassin de talents et de stimuler la productivité. Cependant, les secteurs minier, pétrolier et gazier sont confrontés à des problèmes systémiques qui constituent des obstacles à une adoption plus large des technologies. Ces obstacles sont à la fois internes, liés à la culture de l'innovation, et externes, liés à la capacité opérationnelle des secteurs. Nous traitons de ces obstacles dans cette section.

Une culture de la prudence

Les personnes interrogées ont mentionné une culture de la prudence qui freine l'innovation. Pour reprendre les mots de nos participants, les entreprises évitent d'être des pionnières, préférant être les « premières du second tour », c'est-à-dire n'adopter les technologies qu'une fois qu'elles ont fait leurs preuves ailleurs. Cela se ressent non seulement dans l'ensemble des secteurs, mais aussi dans chacun des deux secteurs. Bien que le secteur minier affiche un taux d'adoption des technologies de pointe supérieur à la moyenne des secteurs, des rapports indépendants récents soulignent la réticence au changement qui caractérise ce secteur²⁴ ainsi que la lenteur avec laquelle le secteur pétrolier et gazier s'écarte des pratiques établies²⁵.

Bien que nous ayons démontré que les secteurs minier, pétrolier et gazier adoptent les technologies de pointe à un rythme plus soutenu que la moyenne de tous les secteurs, on observe une aversion persistante aux risques liés à l'innovation²⁶. Les initiatives innovantes, telles que le passage des véhicules diesel aux véhicules électriques à batterie²⁷, ont des conséquences qui peuvent se répercuter sur l'ensemble des activités, affectant la production et la gestion de projets.

Dans les secteurs fortement capitalistiques, tels que les secteurs minier, pétrolier et gazier, où les méthodes et les technologies sont bien établies, les répondants nous ont indiqué qu'il existe une tendance à privilégier les solutions permettant de réduire au minimum les risques, même au détriment d'un potentiel de production accru. En fin de compte, cela signifie que les secteurs ont tendance à se montrer plus lents et plus prudents lorsqu'il s'agit d'adopter de nouvelles technologies, préférant attendre de voir des cas d'utilisation avérés mis en œuvre par leurs concurrents ou dans d'autres pays.

Dans leurs propres mots

« Les clients veulent les nouvelles technologies, mais refusent d'être les premiers à les adopter. Ils préfèrent attendre que deux autres aient utilisé une technologie avec succès avant de l'acheter. »

Professionnel des activités de soutien

« Le secteur minier est un acteur traditionnel axé sur les résultats trimestriels. Il s'en tient à des méthodes éprouvées et reste prudent. »

Professionnel du secteur minier

« Les entreprises du secteur de l'énergie sont lentes et prudentes. Elles évitent de prendre des risques, ce qui est tout à fait naturel dans ce secteur. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

²⁴ Porto, « Is aversion to change threatening the mining sector? »

²⁵ Schulte, « Future of oil and gas through technology, leadership, and change management (Digitalization) ».

²⁶ Kokmuench, « Overcoming risk aversion in mining: The case for innovation ».

²⁷ Elbokl, « Juiced for the Job: Round up of BEVs powering the future of mining ».

Des défis particuliers

Pour bien cerner cette mentalité d'aversion au risque, il est essentiel de reconnaître que les activités minières, pétrolières et gazières sont aussi soumises à trois contraintes majeures (outre leur nature fortement capitalistique) : la complexité des processus de délivrance de permis, la durée variable de leur cycle de vie et leur situation géographique particulière.

Processus complexes de délivrance de permis

Pour exploiter les ressources naturelles, les entreprises minières et celles du secteur pétrolier et gazier doivent obtenir des permis auprès de plusieurs autorités compétentes. Par exemple, une entreprise minière exerçant ses activités en Ontario doit se conformer à plusieurs lois provinciales et fédérales qui régissent divers aspects du projet, notamment (mais sans s'y limiter) la protection de l'environnement, la santé et la sécurité, ainsi que le transport²⁸. Plus de 85 permis et autorisations sont nécessaires²⁹, ce qui signifie que l'ouverture d'une mine en Ontario peut demander jusqu'à quinze ans. Comme l'obtention des permis peut prendre beaucoup de temps, de nombreux projets potentiels prennent du retard et les prévisions initiales (y compris en matière d'utilisation des technologies) sont perturbées. En conséquence, le gouvernement provincial a mis en place le cadre « Un projet, un processus »³⁰ afin de rationaliser le processus de délivrance de permis tout en préservant la consultation des communautés autochtones et le respect des normes environnementales en vigueur.

De même, une entreprise du secteur pétrolier et gazier opérant en Alberta doit déposer ses plans auprès de l'Alberta Energy Regulator (AER) et mener des consultations auprès des parties prenantes et des détenteurs de droits avant de lancer le projet³¹. À partir de là, le cycle de vie de l'exploitation est élaboré dans le cadre d'une planification intégrée, qui inclut la gestion des résidus (pour l'exploitation des sables bitumineux), ainsi qu'une évaluation complète des impacts environnementaux potentiels³². Une fois le projet approuvé (si une autorisation est nécessaire), les travaux de construction peuvent commencer. Selon le gisement, on peut recourir à l'extraction minière ou à l'extraction in situ³³.

Cycles de vie variables

Outre les permis requis, les mines³⁴ et les sites d'extraction de pétrole ont leur propre cycle de vie, avec des exigences différentes à chaque étape. Dans les secteurs minier, pétrolier et gazier, on a tendance à recourir à différentes technologies à différentes étapes. Par exemple, lors de la phase d'exploration initiale, on peut utiliser des outils de cartographie avancés pour localiser des gisements, tandis que pendant la phase d'exploitation, des technologies de surveillance environnementale peuvent être utilisées. De plus, les cycles de vie varient d'un site à l'autre, ce qui signifie que la quantité de ressources disponibles diffère d'un site à l'autre. Par exemple, la plus grande région de production de sables bitumineux au Canada est la région des sables bitumineux d'Athabasca, qui s'étend sur environ 93 000 kilomètres carrés; les deux régions suivantes sont la région des sables bitumineux de Peace River (plus de 290 000 kilomètres carrés) et celle de Cold Lake (près de 18 000 kilomètres carrés)³⁵.

Activités géographiques particulières

Au cycle de vie variable des opérations s'ajoute le caractère unique de chaque site (par exemple, ses caractéristiques géographiques et la méthode d'extraction utilisée). En termes simples, la nature du gisement détermine également la méthode utilisée, qu'il s'agisse d'exploitation minière à ciel ouvert ou souterraine³⁶, ou encore de l'extraction de sables bitumineux à faible profondeur ou d'une extraction in situ à la vapeur (par exemple, le drainage par gravité au moyen de vapeur)³⁷.

Étant donné que les sites fonctionnent en parallèle et que leur exploitation commence à des moments différents, diverses technologies peuvent être utilisées sur chaque site en fonction des contraintes géographiques et de la méthode d'extraction employée. Certaines sont déjà largement adoptées, tandis que d'autres en sont encore au stade de la phase pilote. Les technologies varient d'une entreprise à l'autre.

28 Ontario Mining Association, « Mining 101 ».

29 Ontario Mining Association, « Mining 101 ».

30 Ontario, ministère de l'Énergie et des Mines, « Le Cercle de feu de l'Ontario ».

31 Alberta Energy Regulator, « Project Life Cycle ».

32 Alliance des sables bitumineux, « Tout savoir sur l'exploitation à ciel ouvert des sables bitumineux ».

33 Alberta Energy and Minerals, « Oil sands 101 ».

34 BC Mine Information, « The Mining Lifecycle ».

35 Alberta Energy Regulator, « Oil Sands: Bitumen Deposits in Alberta ».

36 Burkhardt, Rosenbluth et Boan, « Mining in Ontario: A deeper look ».

37 Oil Sands Magazine, « In Situ Bitumen Extraction ».

Dans leurs propres mots

Délivrance de permis

« L'obtention des permis a toujours été un processus lent, car il s'agit d'une procédure longue qui implique plusieurs autorités compétentes. »

Professionnel du secteur minier

« Les délais sont dus au fait que l'exploitation d'une mine est difficile. Les exigences réglementaires et environnementales, ainsi que les obligations relatives aux critères ESG, font que les investisseurs se montrent réticents à financer de nouvelles mines. »

Professionnel du secteur minier

Cycles de vie variables

« La plupart de nos décisions dépendent de la durée de vie de la mine, qui est généralement de cinq à dix ans, voire moins. Quand nous examinons une innovation, nous nous demandons si elle sera rentable à l'intérieur de cette période. Souvent, ce n'est pas le cas, alors on repousse à plus tard. Le problème, c'est que ces périodes de "cinq ans" sont reproduites chaque année, si bien que cette vision à court terme n'a jamais de fin. »

Professionnel du secteur minier

« La mise au point d'un projet peut prendre jusqu'à dix ans, et d'ici là, la technologie aura évolué. Cela complique la planification. »

Professionnel des activités de soutien

Activités géographiques particulières

« Quand j'ai commencé à travailler dans ce secteur, les technologies étaient harmonisées d'un site à l'autre, ce qui permettait aux membres du personnel de se déplacer facilement et d'utiliser les mêmes outils partout. C'était idéal en termes d'efficacité. Aujourd'hui, c'est plus décentralisé, de sorte que chaque site fonctionne à sa manière, au lieu de suivre une norme centrale. »

Professionnel du secteur minier

« Nous avons tendance à commencer par mener un projet pilote dans un seul endroit. Nous pourrions en prévoir deux ou trois si les cas d'utilisation sont différents. Nous apprenons en mettant ces pratiques en œuvre, puis nous étendons ces cas d'utilisation à d'autres aspects de nos activités. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

La combinaison de ces trois facteurs sectoriels externes particuliers engendre une culture d'innovation prudente qui peut entraver l'adoption des technologies émergentes. Alors que les gouvernements fédéral et provincial s'efforcent de résoudre certains problèmes liés à la délivrance de permis (par exemple, la loi intitulée Ontario, Loi visant à protéger l'Ontario en libérant son économie³⁸), nous cherchons à comprendre comment une transformation innovante pourrait s'opérer dans ces secteurs grâce à la préparation de la main-d'œuvre à l'adoption des technologies émergentes.



38 Ontario, *Loi visant à protéger l'Ontario en libérant son économie*.

De réactives à proactives

Une main-d'œuvre bien préparée

Nous recommandons aux entreprises de continuer à former leur personnel pour que l'adoption des technologies soit un succès.

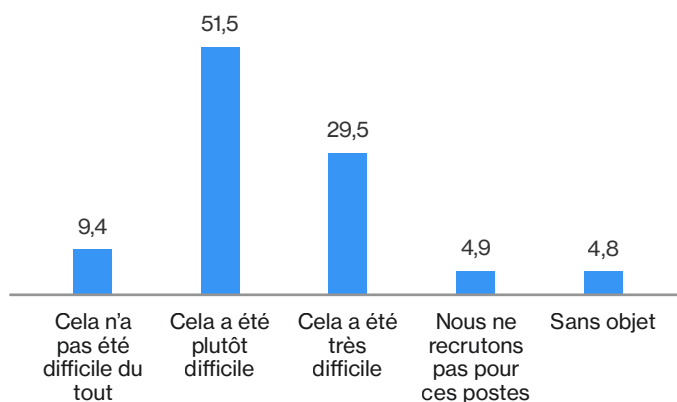
Étant donné que l'adoption des technologies peut contribuer à pallier la pénurie de talents, il est essentiel que les membres du personnel possèdent les compétences nécessaires pour utiliser ou superviser ces systèmes. Des rapports soulignent la nécessité de disposer de talents ferrés en technologies pour favoriser l'adoption³⁹ et, de la même manière, pour protéger les actifs numériques vulnérables contre les cyberattaques⁴⁰. Selon notre enquête, 29,5 % des entreprises déclarent qu'il est très difficile de trouver de la main-d'œuvre qualifiée pour des postes liés aux technologies de pointe, tandis que 51,5 % des entreprises affirment que c'est plutôt difficile (voir le Graphique 13).

Graphique 13

Difficultés à trouver du personnel qualifié

Q : Au cours de l'année écoulée, dans quelle mesure votre organisation a-t-elle eu des difficultés à trouver du personnel possédant les compétences requises pour occuper des postes liés à l'adoption de technologies de pointe?

(en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

39 Parys, Danny, « Lack of tech talent holds mining innovation back ».

40 Krugel, Lauren, « Oil and gas industry players embracing AI and other tech ».

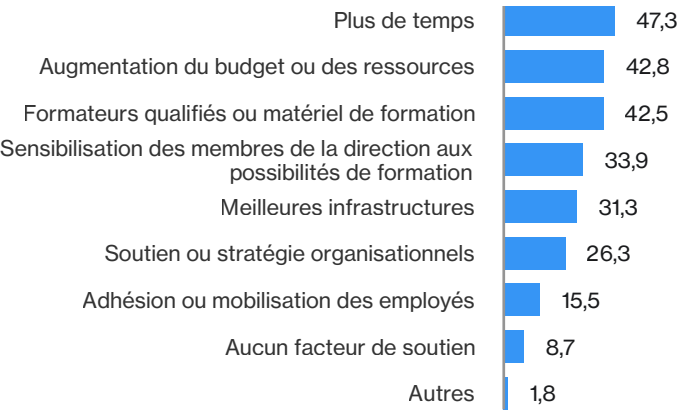
Malgré les difficultés rencontrées pour trouver de la main-d'œuvre qualifiée, 65 % des entreprises se disent prêtes à gérer les transitions au sein de leur personnel, et 59 % estiment que la formation a été efficace (voir le Graphique 14). Les initiatives de formation à l'interne offrent également une nouvelle occasion d'intégrer des technologies de pointe afin d'aider à retenir et préparer du personnel prêt à utiliser les technologies⁴¹. Les personnes interrogées ont également indiqué que la formation revêt la même importance tant pour le personnel sur le terrain que pour les gestionnaires.

Les facteurs susceptibles de favoriser la préparation de la main-d'œuvre et le perfectionnement des compétences comprenaient plus de temps (47 %), des budgets accrus et des formateurs qualifiés (43 %) (voir le Graphique 15), tandis que les contraintes de temps (53 %) et les budgets limités (42 %), ont été cités comme les principaux obstacles.

Au moins deux tiers des entreprises affirment que le recrutement de nouveaux talents qualifiés, l'investissement dans la mise à niveau des compétences et la modernisation des infrastructures techniques constituent des stratégies clés à mettre en œuvre aux fins de l'adoption de technologies (voir le Graphique 16).

Graphique 15

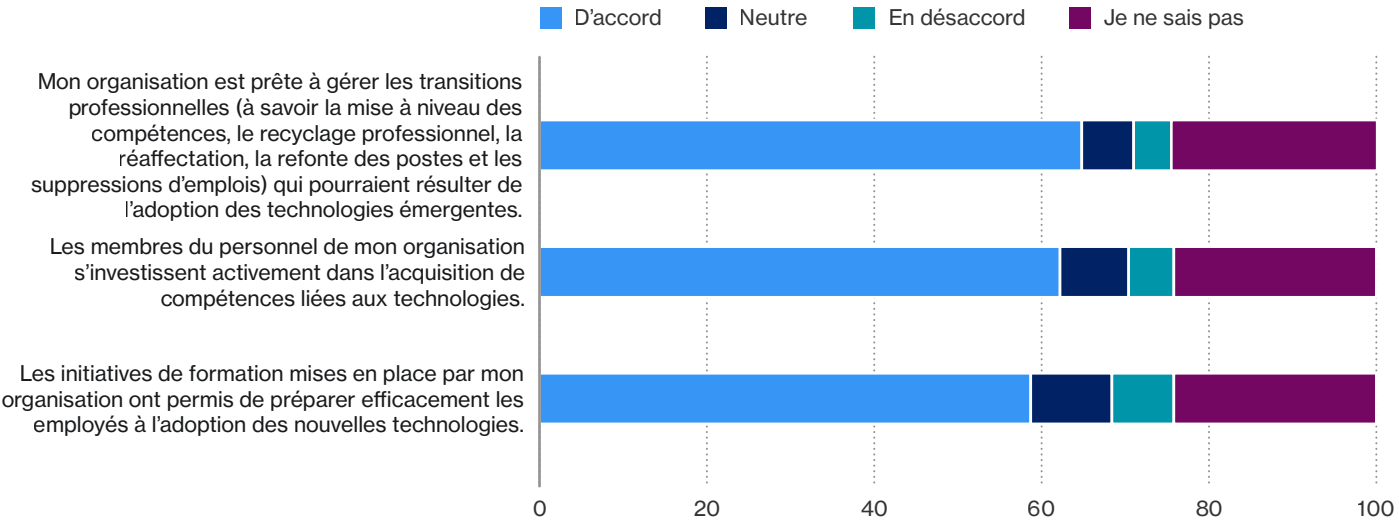
Soutien à la mise à niveau des compétences
Q : Parmi les mesures suivantes, lesquelles permettraient à votre organisation de mieux mettre en œuvre des programmes de formation visant à améliorer et à réorienter les compétences technologiques de ses employés? Veuillez sélectionner toutes les réponses qui s'appliquent.
(en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

Graphique 14

Adoption des technologies et transition professionnelle
Q : Dans quelle mesure êtes-vous d'accord ou en désaccord avec les affirmations suivantes?
(en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

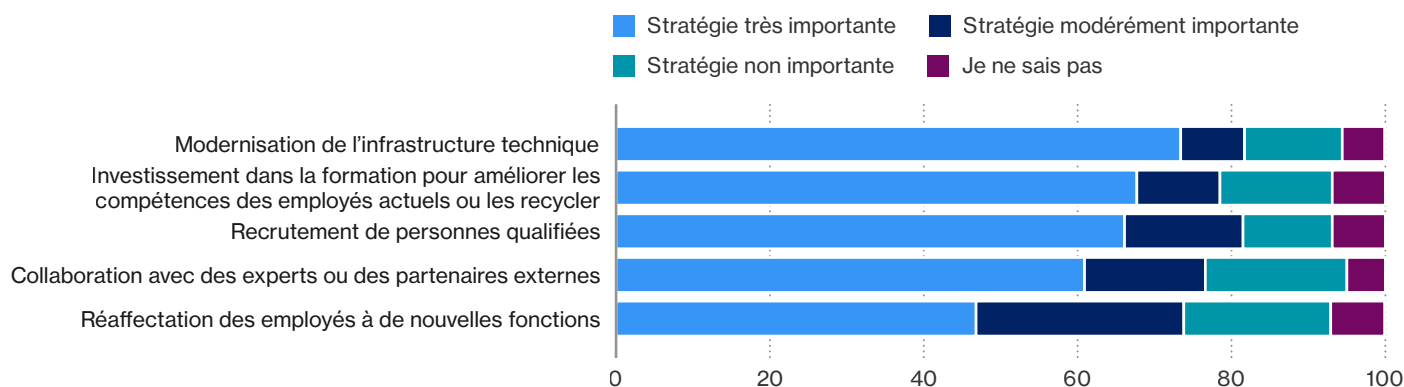
41 Duvall, Don, « Pay attention: The world of mining is changing ».

Graphique 16

Stratégies d'adoption

Q : Dans quelle mesure les stratégies suivantes ont-elles contribué à aider votre organisation à adopter des technologies de pointe?

(en pourcentage, n = 204)



Source : Signal49 Recherche.

Fidéliser les talents

Enfin, la dernière étape pour consolider le personnel consiste à le fidéliser, ce qui a constitué un défi pour les entreprises des secteurs minier, pétrolier et gazier qui encouragent le développement autonome. Cela risque d'être d'autant plus difficile du fait que le perfectionnement des compétences des travailleurs, visant à leur permettre de combiner leur expertise dans des domaines tels que l'ingénierie et l'apprentissage automatique (ou l'intelligence artificielle)⁴², pourrait les rendre plus attrayants pour les grandes entreprises ou les secteurs dans lesquels les secteurs minier, pétrolier et gazier ne sont peut-être pas en mesure de rivaliser (par exemple, les infrastructures de centres de données).

« Nous constatons un fort taux de roulement du personnel. Par exemple, une personne très talentueuse est partie aujourd'hui. Si votre employé excelle dans la gestion des processus et acquiert ensuite de l'expérience en IA/AM, il devient très recherché sur le marché et difficile à retenir. Il est difficile de fidéliser les meilleurs talents, en particulier ceux qui allient des compétences en ingénierie à une volonté d'apprendre l'IA. Ces personnes finissent par acquérir des compétences exceptionnelles, se constituer un solide réseau et développer un esprit d'entreprise. Nous ne disposons pas de bons systèmes pour les fidéliser, et il est difficile de rivaliser. »

Professionnel du secteur pétrolier et gazier

Le maintien d'un effectif de base est essentiel dans ces secteurs, car il s'avère difficile d'attirer des talents, en particulier les jeunes travailleurs. En fin de compte, consolider le bassin de talents tout au long de la carrière des travailleurs, de l'enseignement postsecondaire jusqu'à la retraite, et les former pour qu'ils maîtrisent les technologies actuelles tout en recourant à l'automatisation lorsque cela est possible, constituera le fondement qui permettra à ces secteurs stratégiques de prospérer à mesure que la demande augmentera.



⁴² Yameogo et Makoyeva, « Métamorphose minière : inspirer la prochaine génération ».

Informations exploitables

Les responsables de politiques fédérales désireux de renforcer les occasions pour les secteurs minier, pétrolier et gazier peuvent envisager les mesures suivantes⁴³ :

- Étendre les déductions pour amortissement accéléré aux solutions énergétiques et minières au-delà des équipements de gaz naturel liquéfié qui respectent des normes strictes en matière d'émissions⁴⁴. Cela peut notamment passer par la mise en place de mesures incitatives financières visant à favoriser l'adoption de technologies, en particulier en partenariat avec des fabricants de technologies basés au Canada, à l'échelle des secteurs, en mettant l'accent sur la recherche de solutions innovantes en matière d'automatisation.
- Mettre en place des processus de délivrance de permis parallèles à l'échelle nationale (par exemple, « Un projet, une évaluation »⁴⁵), en accordant une attention particulière au cadre « Un projet, un processus » en tant que pratique émergente afin de connaître et de suivre⁴⁶ les projets d'exploitation minière et pétrolière et gazière existants ou à venir.
- Mettre en place des crédits d'impôt ou des subventions destinés à l'enseignement coopératif propres aux secteurs (comme le crédit d'impôt pour l'enseignement coopératif de l'Ontario⁴⁷) afin d'aider les entreprises à investir dans le perfectionnement et le recyclage de leur main-d'œuvre, surtout pour l'adoption des technologies d'automatisation et des technologies émergentes.
- Continuer à soutenir les programmes de recrutement et de sensibilisation tels que les campagnes « Mines et vous »⁴⁸ et « Carrières dans le secteur de l'énergie »⁴⁹, et investir davantage pour étendre leur portée aux écoles primaires et secondaires afin de remédier à la pénurie de main-d'œuvre.
- Prioriser les partenariats avec des organisations dirigées par des Autochtones, telles que le Saskatchewan Indian Institute of Technologies (SIIT), pour le recrutement et le perfectionnement de la main-d'œuvre⁵⁰ afin d'offrir davantage de possibilités aux talents locaux et de favoriser le développement des compétences. Mettre en place des incitatifs financiers pour encourager les organisations à recruter les diplômés de ces programmes et proposer des possibilités d'apprentissage en milieu de travail afin de renforcer le bassin de talents.
- Hausser de manière ciblée les plafonds d'étudiants étrangers⁵¹ dans les programmes liés à l'exploitation minière et à l'énergie, et rétablir l'admissibilité au permis de travail post-diplôme afin de contribuer à la pérennité de ces programmes et d'offrir un autre bassin de main-d'œuvre qualifiée.



43 Ministère des Finances Canada, *Budget 2025*, « Bâtir une économie canadienne plus forte ».

44 Ministère des Finances Canada, « Bâtir une économie canadienne plus forte ».

45 Ministère des Finances Canada, « Bâtir une économie canadienne plus forte ».

46 Ontario, ministère de l'Énergie et des Mines, « Mines : Cadre stratégique " Un projet, un processus " ».

47 Agence du revenu du Canada, « Crédit d'impôt de l'Ontario pour l'éducation coopérative ».

48 Conseil des ressources humaines de l'industrie minière, « Mines et vous ».

49 Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle du gouvernement du Canada, « Carrières dans le secteur de l'énergie ».

50 Saskatchewan Indian Institute of Technologies, « Home page ».

51 Immigration, Réfugiés et Citoyenneté Canada, « Attributions provinciales et territoriales de 2026 en vertu du plafond d'étudiants étrangers ».

Les entreprises des secteurs minier, pétrolier et gazier qui souhaitent tirer parti de ces conclusions peuvent envisager les mesures suivantes :

- Collaborer avec des consortiums tels que le Clean Resource Innovation Network (CRIN) ou le Centre for Excellence in Mining Innovation (CEMI) afin de rester au fait des nouveaux cas d'utilisation des technologies émergentes et de leurs retombées en termes de productivité.
- Gestionnaires du secteur minier : établir des partenariats avec le Northern Centre for Advanced Technology (NORCAT) ou avec des collèges spécialisés (par exemple, le Cambrian College) afin de disposer d'une main-d'œuvre qualifiée capable de soutenir l'adoption des technologies émergentes.
- Gestionnaires du secteur pétrolier et gazier : établir des partenariats avec le Canadian Petroleum Training Institute (CPTI) ou avec des collèges fortement axés sur le secteur (par exemple, le Southern Alberta Institute of Technology ou le Northern Alberta Institute of Technology) afin de disposer d'une main-d'œuvre qualifiée capable de soutenir l'adoption des technologies émergentes.

Les établissements universitaires qui souhaitent adapter leurs programmes afin de répondre à la demande de main-d'œuvre dans les secteurs minier, pétrolier et gazier peuvent envisager les mesures suivantes :

- Établir des partenariats plus étroits avec les établissements polytechniques et/ou les secteurs afin de mieux s'adapter à l'évolution des technologies et des besoins en compétences.
- Inviter des ambassadeurs des secteurs à s'adresser aux étudiants des matières pertinentes afin de leur faire connaître les perspectives de carrière (par exemple, un ambassadeur de la campagne « Mines et vous »⁵²).

52 Conseil des ressources humaines de l'industrie minière, « Mines et vous ».



Annexe A

Au sujet de la recherche

On prévoit que deux des principaux secteurs primaires du Canada, à savoir le secteur minier et le secteur pétrolier et gazier, connaîtront une transformation technologique rapide. La robotique, la numérisation, l'intelligence artificielle et d'autres technologies émergentes vont transformer les méthodes de travail et stimuler l'innovation dans ces secteurs, ce qui exigera de nouvelles compétences et renforcera celles qui existent déjà. Il sera essentiel d'identifier les lacunes dans les compétences, les besoins en main-d'œuvre et les compétences transversales pour faire en sorte que les secteurs primaires du Canada restent concurrentiels dans un contexte en pleine évolution.

Ensemble, le secteur minier et le secteur pétrolier et gazier représentent un peu plus de 5 % du PIB canadien, stimulent le commerce mondial et contribuent à la pérennité des collectivités rurales. Compte tenu de l'évolution de ces secteurs grâce à l'adoption et au développement des technologies d'automatisation, il est essentiel d'évaluer dans quelle mesure elles et leurs travailleurs sont prêts à s'adapter. Notre recherche fournira des informations essentielles qui aideront les secteurs minier, pétrolier et gazier du Canada, les établissements d'enseignement postsecondaire et les responsables des politiques à renforcer la résilience de la main-d'œuvre, à combler les lacunes dans les compétences et à faire en sorte que les secteurs connaissent un succès durable face à l'incertitude.

Le présent document s'inscrit dans une étude de ces secteurs et s'articule autour des questions clés suivantes :

1. Dans quelle mesure les entreprises minières, pétrolières et gazières adoptent-elles des technologies émergentes et innoveront-elles grâce à celles-ci, et quels obstacles les empêchent, le cas échéant, d'intégrer pleinement ces technologies?
2. Quelles sont les compétences dont les employeurs des secteurs minier, pétrolier et gazier ont besoin pour faciliter l'adoption de technologies et l'innovation, et quels sont les écarts entre les compétences actuelles de la main-d'œuvre et les nouveaux besoins en matière de compétences?
3. Quels sont les facteurs transversaux (économiques, démographiques, institutionnels) à l'origine des pénuries de compétences dans les secteurs minier, pétrolier et gazier?

Méthodologie

Nous avons utilisé une approche mixte pour évaluer l'incidence des technologies émergentes sur ces secteurs canadiens uniques. Des entretiens, des sondages et une analyse de l'exposition à l'automatisation ont été menés en parallèle; toutefois, le guide d'entretien et le questionnaire de sondage ont été élaborés simultanément et s'appuyaient sur des revues spécialisées et des rapports consacrés aux secteurs.

Entretiens

Recrutement des personnes interrogées

Les personnes susceptibles d'être interrogées ont été identifiées par l'intermédiaire des membres du comité consultatif de recherche (voir la section « Remerciements » pour plus de détails sur les membres de ce comité) et de nos réseaux. Les invitations ont été envoyées par courriel et via les médias sociaux (notamment LinkedIn). L'équipe a assuré le suivi directement, en fournissant des renseignements sur le projet, en présentant les objectifs des entretiens et en invitant les personnes à y participer. Les personnes intéressées ont ensuite pris rendez-vous pour un entretien virtuel avec un membre de l'équipe de recherche.

Entre août et octobre 2025, l'équipe de recherche a organisé et mené des entretiens avec 33 professionnels des secteurs :

- Trois personnes provenaient d'établissements canadiens d'enseignement postsecondaire ou de perfectionnement des compétences
- Trois personnes provenaient des activités de soutien
- Dix personnes provenaient du secteur pétrolier et gazier
- Seize personnes provenaient du secteur minier

Les personnes interrogées dans le cadre de cette étude étaient des cadres supérieurs, tels que des PDG, des directeurs techniques, des vice-présidents et des administrateurs occupant principalement des postes liés à l'innovation et à la technologie dans leur secteur.

Questions pour l'entretien semi-structuré

Nous avons élaboré une série de questions d'entretien polyvalentes afin de répondre aux besoins des candidats issus de ces secteurs.

Le guide d'entretien semi-structuré a été élaboré à partir des questions de recherche, de notre revue de la documentation, de l'expertise existante au sein de l'équipe et des premières discussions menées avec des membres du comité consultatif de recherche. Le guide a été examiné et approuvé par notre bureau interne de la recherche.

Nos questions s'articulaient autour d'un ensemble de thèmes principaux, notamment les suivants :

4. La culture de l'innovation
5. L'adoption et la mise en œuvre des technologies
6. Les facteurs favorables à l'adoption des technologies et les obstacles à celle-ci
7. Les compétences requises et les initiatives de perfectionnement professionnel
8. Le bassin de talents
9. Les perspectives à court terme en matière d'innovation et d'adoption des technologies (trois à cinq ans)

Exemples de questions d'entretien pour tous les répondants

Quel est votre rôle dans l'adoption des nouvelles technologies ou dans l'orientation du développement du personnel au sein de votre organisation?

Comment décririez-vous la disponibilité actuelle des talents dans votre secteur?

Comment envisagez-vous l'évolution de la technologie et de l'innovation au sein de votre organisation (ou dans votre secteur) au cours des trois à cinq prochaines années?

Analyse qualitative

L'équipe de recherche a mené les entretiens virtuels au moyen de Microsoft Teams entre août et octobre 2025. Les entretiens ont duré entre 35 minutes et une heure environ. Les entretiens ont été enregistrés et transcrits, ce qui a produit environ 876 pages (239 784 mots) de texte.

Nous avons choisi d'adopter une méthode déductive pour l'analyse des transcriptions, en nous appuyant sur l'examen de rapports pertinents et d'articles parus dans la presse spécialisée, tout en restant attentifs aux thèmes émergents. Cette approche s'est avérée plus appropriée que le codage inductif ligne par ligne, car la plupart des principaux thèmes abordés dans ce document sont déjà bien documentés dans la littérature. Cependant, de nouveaux thèmes sont apparus au cours de la collecte des données (par exemple, les difficultés à retenir les talents), ce qui a permis de mieux cerner les problèmes rencontrés dans ces secteurs. Étant donné que nous interrogeons des intervenants diversifiés (provenant du domaine de l'enseignement postsecondaire et des secteurs, par exemple), nous avons également mis à profit l'expertise de chaque personne interrogée pour approfondir les questions pertinentes (par exemple, les professionnels des établissements d'enseignement postsecondaire ont été davantage invités à aborder les questions relatives aux inscriptions). Les citations des personnes interrogées ont été révisées pour plus de clarté.

Données d'enquête

En complément des entretiens approfondis, nous avons mené une enquête auprès de 204 décideurs de ces secteurs, occupant des postes dans les domaines des ressources humaines, de la planification stratégique, des technologies de l'information, de l'intelligence artificielle, de la R-D, de l'innovation, des opérations, de la production, du développement durable, ainsi que de la technologie et de la planification stratégique, à l'échelle du Canada.

L'enquête comprenait à la fois des questions à échelle de Likert et des questions à choix multiples. L'enquête a également permis de recueillir des données démographiques, notamment la taille de l'entreprise, son chiffre d'affaires, son emplacement et son secteur. Les réponses à l'enquête étaient anonymes.

Nous avons fait appel à Léger, une société canadienne d'études de marché, pour mener ce sondage en ligne de septembre à octobre 2025. L'échantillon obtenu était un échantillon de commodité, non probabiliste, fondé sur son panel de répondants, et ne peut être généralisé à l'ensemble de la population. On a testé l'enquête auprès de 15 participants avant son déploiement afin d'en assurer la validité externe et de repérer d'éventuels problèmes de formulation. Étant donné que l'enquête a été réalisée en ligne, elle ne peut être considérée comme étant un échantillon aléatoire. Par conséquent, aucune marge d'erreur ne peut être appliquée à l'ensemble de données.

Les données de l'enquête ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS. On a procédé au codage numérique des questions à réponses multiples sur une échelle de Likert afin de faciliter l'élaboration de tableaux de contingence et l'analyse des fréquences. Nous n'utilisons pas de techniques statistiques inférentielles, car nous ne cherchons pas à généraliser, mais nous présentons ces résultats comme des analyses transversales des thèmes en question.

Nous avons appliqué des pondérations tenant compte de la représentativité sectorielle au niveau à trois chiffres du SCIAN (à savoir 211, 212, 213), ce qui a donné une pondération minimale de 0,305, une pondération maximale de 2,8135 et une taille effective de l'échantillon de 99. Nous avons procédé à l'analyse au moyen de la province, la taille et la classification SCIAN. Bien que cette option permette d'obtenir les proportions correctes pour les trois variables, elle aboutit à une pondération maximale excessivement élevée (26,8) et à une taille d'échantillon effective très faible (16,9). En conséquence, l'ensemble des données perdrait toute fiabilité pour l'analyse.

Exposition à l'automatisation

Scores d'exposition à l'automatisation au niveau des professions

Pour obtenir la méthodologie détaillée, veuillez consulter notre [publication complémentaire](#) intitulée *Le potentiel de productivité des technologies d'automatisation*. Nous avons utilisé le traitement du langage naturel pour comparer les descriptions des professions figurant dans la base de données du Système d'information sur les professions et les compétences (SIPeC) aux données sur les brevets du US Patent Office, du premier trimestre de 2005 au premier trimestre de 2025. La part des tâches au sein d'une profession pouvant être effectuées par des technologies d'automatisation a été estimée en fonction du degré de concordance entre les deux sources.

Les tâches ont été définies à partir de deux ensembles de données du SIPeC : l'ensemble sur les principales fonctions (tâches propres à la profession) et l'ensemble sur les activités du travail (tâches classées par ordre d'importance). Les principales fonctions ont reçu la pondération la plus élevée dans le calcul du score d'exposition au niveau des tâches, afin de refléter leur rôle essentiel. Chaque tâche est comparée aux titres des brevets à l'aide d'un score de similarité cosinus (compris entre -1 et 1). Les scores supérieurs à 0,4 sont considérés comme indiquant une exposition – un seuil fixé à l'issue de tests visant à réduire au minimum les faux positifs et les faux négatifs. Près de 390 millions de comparaisons entre brevets et tâches sont classées en cinq groupes de technologies mutuellement exclusifs. Si un brevet appartient à plus d'un ensemble, il est affecté au groupe dont il se rapproche le plus.

L'exposition au niveau des tâches est agrégée pour chaque profession au moyen de deux composantes : l'intensité, qui reflète le nombre relatif de correspondances avec des brevets, normalisé par rapport à la valeur la plus élevée observée; et l'étendue, qui mesure la part pondérée en fonction de l'importance des tâches exposées à au moins un brevet. Le score d'exposition final correspond au produit de ces composantes, normalisé entre 0 et 1, et est interprété comme étant le pourcentage de tâches susceptibles d'être automatisées. Plus la valeur se rapproche de un, plus la part des tâches intensément exposées à l'innovation est grande.

Scores d'exposition à l'automatisation au niveau sectoriel

Pour estimer l'exposition à l'automatisation au niveau sectoriel, nous avons combiné les scores d'exposition des professions avec les données sur l'emploi en utilisant la matrice secteur-profession issue du recensement de 2021 (Statistique Canada). Cette matrice présente la répartition de l'emploi par profession (code CNP à cinq chiffres) au sein des secteurs d'activité à trois chiffres du SCIAN. Pour chaque secteur, nous avons calculé des scores d'exposition pondérés par l'emploi en multipliant le score d'automatisation de chaque profession par sa part de l'emploi total du secteur, puis en additionnant ces valeurs pour l'ensemble des professions. Cette approche fait en sorte que l'exposition sectorielle reflète à la fois le degré de vulnérabilité des professions et l'importance relative de ces professions au sein du secteur. La mesure ainsi obtenue fournit un indicateur fiable de l'impact potentiel des technologies d'automatisation sur des secteurs tels que le secteur minier et le secteur pétrolier et gazier.

Voici la formule permettant de calculer les scores d'exposition à l'automatisation au niveau sectoriel :

$$E_i = \frac{\sum_{o \in O_i} \text{Employ}_{io} \times E_o}{\sum_{o' \in O_i} \text{Employ}_{io'}}$$

Où :

E_i = score d'exposition à l'automatisation au niveau sectoriel pour le secteur i

O_i = ensemble des professions du secteur i

E_o = score d'exposition à l'automatisation pour la profession o

Employ_{io} = nombre de personnes exerçant la profession o dans le secteur i

$\sum_{o \in O_i} \text{Employ}_{io}$ = emploi total dans le secteur i

Annexe B

Bibliographie

Agence du revenu du Canada. « Crédit d'impôt de l'Ontario pour l'éducation coopérative ». 2025. <https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/impot/entreprises/sujets/societes/impot-provincial-territorial-societes/ontario-impot-provincial-societes/credit-impot-ontario-education-cooperative.html>.

Agence internationale de l'énergie. *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. World Energy Outlook. Paris : AIE, 5 mai 2021. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>.

Alberta Energy and Minerals, Oil Sands, Coal et Mineral Operations. « Oil sands 101 ». Edmonton : Alberta Energy and Minerals, 2025. <https://www.alberta.ca/oil-sands-101>.

Alberta Energy Regulator. « Oil Sands: Bitumen Deposits in Alberta ». Dans « *Alberta Energy Outlook* (ST98) », s.l., juin 2025. <https://ags.aer.ca/our-science/oil-and-gas/oil-sands>.

Alberta Energy Regulator. « Project Life Cycle », dans « Understanding Resource Development », s.l., s.d. <https://www.aer.ca/understanding-resource-development/project-life-cycle>.

Alliance des sables bitumineux. « Tout savoir sur l'exploitation à ciel ouvert des sables bitumineux ». Calgary : Alliance, 26 août 2025. <https://alliancesablesbitumineux.ca/articles/tout-savoir-sur-l'exploitation-a-ciel-ouvert-des-sables-bitumineux/>.

Association canadienne des producteurs pétroliers. « Indigenous people's involvement in economic contribution and reconciliation in Canada's oil and natural gas industry ». 2023. <https://www.capp.ca/wp-content/uploads/2024/01/Indigenous-people-s-involvement-in-economic-contribution-and-reconciliation-in-Canada-s-oil-and-natural-gas-industry.pdf>.

Association minière du Canada. « Relations avec les Autochtones et les collectivités ». Ottawa : AMC, 2026. <https://mining.ca/fr/vers-le-developpement-minier-durable/protocoles-et-cadres/rerelations-avec-les-autochtones-et-les-collectivites/>.

Association minière du Canada. « Sondage d'opinion publique ». Ottawa : AMC, 2022. <https://mining.ca/fr/sondage-dopinion-publique/>.

BC Mine Information. « The Mining Lifecycle ». 2025. <https://mines.nrs.gov.bc.ca/lifecycle>.

Burkhardt, Rike, Peter Rosenbluth et Julee Boan. « Mining in Ontario: A deeper look ». *Ontario Nature*, s.d. <https://ontariounature.org/wp-content/uploads/2017/10/mining-in-ontario-web.pdf>.

Canada, Agence fédérale de développement économique pour le Nord de l'Ontario – FedNor. « Le gouvernement du Canada investit plus d'un million de dollars pour soutenir l'innovation dans le secteur minier du Nord de l'Ontario ». Communiqué de presse, 5 septembre 2025. <https://www.canada.ca/fr/fednor/nouvelles/2025/09/le-gouvernement-du-canada-investit-plus-dun-million-de-dollars-pour-soutenir-linnovation-dans-le-secteur-minier-du-nord-de-lontario.html>.

Canada, Classification nationale des professions. « 9232.0 – Opérateurs de contrôle centralisé et de procédés, dans le secteur de la transformation du pétrole, du gaz et des produits chimiques ». Ottawa : 2026. <https://noc.esdc.gc.ca/CH/CHProfile?code=9232.0>.

Conference Board du Canada, Le. *Évolution technologique des compétences dans les secteurs minier, pétrolier et gazier canadiens*. Ottawa : Conference Board du Canada, le 21 octobre 2025. https://www.signal49.ca/product/evolution-des-competences-dans-les-industries-primaires-du-canada_oct2025/.

Conseil des ressources humaines de l'industrie minière. « De la salle de classe à la mine : Examen des possibilités d'études postsecondaires dans le secteur minier au Canada 2023 ». Kanata (Ontario) : Le Conseil, octobre 2023. <https://mihr.ca/wp-content/uploads/2023/10/MiHR-Postsecondary-Education-Report-FR-2023.pdf>.

Conseil des ressources humaines de l'industrie minière. « Mines et vous ». Ottawa : Le Conseil, 2026. <https://minesetvous.ca/>.

Duvall, Don. « Pay attention: The world of mining is changing ». *Canadian Mining Journal*, 28 mai 2025. <https://www.canadianminingjournal.com/featured-article/training-and-workforce/>.

Elbokl, Tamer. « Juiced for the Job: Round up of BEVs powering the future of mining ». *Canadian Mining Journal*, 16 avril 2025. <https://www.canadianminingjournal.com/featured-article/juiced-for-the-job-round-up-of-bevs-powering-the-future-of-mining/>.

Environics Research. Canada 2025: The Next Energy Superpower? n.l. : Environics Research, s.d. <https://environics.ca/insights/reports/canada-2025-the-next-energy-superpower/>.

Immigration, Réfugiés et Citoyenneté Canada. « Attributions provinciales et territoriales de 2026 en vertu du plafond d'étudiants étrangers ». Communiqué de presse, 25 novembre 2025. <https://www.canada.ca/fr/immigration-refugies-citoyennete/nouvelles/avis/repartitions-provinciales-territoriales-2026-vertu-plafond-etudiants-etrangers.html>.

Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole. 2025. « Exploitation minière et réconciliation : Réfléchir à la Journée nationale de la vérité et de la réconciliation ». Westmount (Québec) : ICM, 30 septembre 2025. <https://www.cim.org/fr/news/2025/mining-and-reconciliation/>.

Institut climatique du Canada. « Captation du carbone concentré ». Profil technologique de la transition énergétique. s.l. : 2025. <https://institutclimatique.ca/valeurs-sures-paris-risques/captation-du-carbone-concentre/>.

Kokmuench, Jaisen. « Overcoming risk aversion in mining: The case for innovation ». *North American Mining* (8 mai 2025). <https://northamericanmining.com/index.php/2025/05/08/overcoming-risk-aversion-in-mining-the-case-for-innovation/>.

Krugel, Lauren. La Presse canadienne. 2025. « Oil and gas industry players embracing AI and other tech ». *Financial Post*, 12 mai 2025. <https://financialpost.com/commodities/energy/oil-gas/oil-gas-industry-embracing-ai>.

Ministère des Finances Canada. Budget 2025. « Bâtir une économie canadienne plus forte ». Ottawa : Ministère des Finances Canada, 2025. <https://budget.canada.ca/2025/report-rapport/chap1-fr.html>.

Oil Sands Magazine. « In Situ Bitumen Extraction ». 3 juin 2020. <https://www.oilsandsmagazine.com/technical/in-situ>.

Ontario Mining Association. « Mining 101 ». 2025. <https://www.oma.on.ca/ontario-mining/mining-101/>.

Ontario Mining Association. « This Is Mine Life ». Vidéo, 2025. <https://www.oma.on.ca/ontario-mining-association/outreach-initiatives/this-is-mine-life/>.

Ontario, *Loi de 2025 pour protéger l'Ontario en libérant son économie*, L.O. 2025, chap. 4 – Projet de loi 5. <https://www.ontario.ca/lois/loi/s25004>.

Ontario, ministère de l'Énergie et des Mines. « Le Cercle de feu de l'Ontario ». 2025. <https://www.ontario.ca/fr/page/le-cercle-de-feu-de-lontario>.

Ontario, ministère de l'Énergie et des Mines. « Mines : Cadre stratégique “ Un projet, un processus ” ». Octobre 2025. <https://www.ontario.ca/fr/page/mines-cadre-strategique-un-projet-un-processus>.

Ontario, ministère de l'Énergie et des Mines. « Mines : Cadre stratégique “ Un projet, un processus ” ». <https://www.ontario.ca/fr/page/mines-cadre-strategique-un-projet-un-processus>.

Parys, Danny. « Lack of tech talent holds mining innovation back. » *Canadian Mining Journal*, 16 mai 2024. <https://www.canadianminingjournal.com/featured-article/lack-of-tech-talent-holds-mining-innovation-back/>.

Porto, Ricardo. « Is aversion to change threatening the mining sector? » s.l. : Hatch, 21 août 2024. <https://www.hatch.com/About-Us/Publications/Blogs/2024/08/New-page>.

Programme de solutions pour la main-d'œuvre sectorielle : Projets de 2026. « Carrières dans le secteur de l'énergie ». 2026. <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/nouvelles/2026/03/programme-de-solutions-pour-la-mainduvre-sectorielle-projets-de-2026.html>.

Ressources naturelles Canada. « L'intelligence artificielle au service de l'exploitation minière ». Ottawa : Ressources naturelles Canada, décembre 2024. <https://natural-resources.canada.ca/funding-partnerships/artificial-intelligence-mining>.

Ressources naturelles Canada. « Carte des ressources minérales et de l'activité minière ». 27 février 2026. <https://atlas.gc.ca/mins/fr/index.html>.

Ressources naturelles Canada. « Centres de recherche CanmetÉNERGIE ». Ottawa, 15 octobre 2025. <https://ressources-naturelles.canada.ca/science-donnees/science-recherche/centre-recherche/canmetenergie>.

Saskatchewan Indian Institute of Technologies. 2025. <https://siit.ca/>.

Schulte, Brian WM. « Future of oil and gas through technology, leadership, and change management (Digitalization) ». *Canadian Society of Exploration Geophysicists*, mai 2023. <https://cseg.ca/future-of-oil-and-gas-through-technology-leadership-and-change-management-digitalization/>.

Statistique Canada. « Caractéristiques de la population active selon l'industrie, données mensuelles non désaisonnalisées (x 1 000) ». Ottawa : Statistique Canada, 6 février 2026. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410002201&request_locale=fr.

Statistique Canada. « Le taux d'emploi selon le groupe d'âge, octobre 2025 ». *Le Quotidien*. Ottawa : Statistique Canada, 7 novembre 2025. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/251107/g-a001-fra.htm>.

Statistique Canada. « Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, mensuel, taux de croissance (x 1 000 000) ». Ottawa : Statistique Canada, 27 février 2026. https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610043401&request_locale=fr.

Transfert Environnement et Société. « Baromètre de l'acceptabilité sociale : le secteur minier canadien ». Montréal : Transfert, 2025. <https://transfertconsult.ca/en/barometer/>.

Université d'Ottawa, Énergie positive. 2025. « L'accord avec l'idée que le Canada devrait accroître ses exportations de pétrole et de gaz naturel afin de renforcer la sécurité énergétique mondiale atteint son plus haut niveau depuis le début du suivi; les préoccupations environnementales, les conflits d'intérêts et la désinformation sont perçus comme les principaux obstacles à la réalisation des projets. » Sondage réalisé par Nanos Research, du 31 juillet au 6 août 2025. <https://nanos.co/wp-content/uploads/2025/09/2025-2867-Positive-Energy-July-Populated-report-FINAL.pdf>.

Yameogo, Theo et Olga Makoyeva. « Métamorphose minière : inspirer la prochaine génération ». s.l. : EY, 2025. https://www.ey.com/fr_ca/industries/mining-metals/mining-and-metals-centre-of-excellence/a-mining-makeover-inspiring-the-next-generation.

Remerciements

Cette recherche a été réalisée grâce au soutien financier du programme Compétences futures du gouvernement du Canada. Nous sommes fiers d'être un partenaire de recherche du consortium du Centre des compétences futures.

Après les travaux de recherche, le rapport a été rédigé par James Lannigan, Ph. D., associé principal de recherche, Zafer Sonmez, Ph. D., associé principal de recherche, et Adam Philip Vanzella Yang, Ph. D., associé principal de recherche. Les membres suivants de l'équipe ont relu ce document : Reetika Rana, Ph. D., directrice associée de l'innovation et de la technologie; Alain Francq, directeur de l'innovation et de la technologie; et Dianne Williams, B. Com. vice-présidente.

Nous remercions Leslie Twilley, Ph. D., directrice de la recherche, et Michael Burt, MBA, vice-président, d'avoir commenté les versions préliminaires de ce rapport.

Le graphisme du document a été réalisé par Natasha Delrosario, designer graphique.

Nous remercions les 33 personnes qui ont pris le temps de participer aux entretiens de cette recherche ainsi que les 204 personnes ayant répondu à l'enquête.

Nous remercions également les membres du comité consultatif de recherche pour leur appui à cette recherche :

- **Raylene Charron**, dirigeante principale de l'information et vice-présidente des services d'information chez TC Energy
- **Tamer Elbokl**, rédacteur en chef du Canadian Mining Journal
- **Pari Johnston**, présidente-directrice générale, Collèges et instituts Canada
- **Glen McCrimmon**, directeur des opérations, Clean Resource Innovation Network
- **Douglas Morrison**, PDG et président du Centre for Excellence in Mining Innovation

Propulser notre avenir : les talents et la technologie dans les secteurs minier, pétrolier et gazier au Canada

Signal49 Recherche

Pour citer cette recherche : Recherche, Signal49. *Propulser notre avenir : les talents et la technologie dans les secteurs minier, pétrolier et gazier au Canada*. Ottawa : Signal49 Recherche, 2026.

Nos prévisions et travaux de recherche reposent souvent sur de nombreuses hypothèses et sources de données et présentent ainsi des risques et incertitudes. Ces renseignements ne doivent donc pas être perçus comme une source de conseils spécifiques en matière de placement, de comptabilité, de droit ou de fiscalité. Signal49 Recherche assume l'entière responsabilité des résultats et conclusions de cette recherche.

Ce document est disponible sur demande dans un format accessible aux personnes ayant une déficience visuelle.

Agent d'accessibilité, Signal49 Recherche

Tél. : 613-526-3280 ou 1-866-711-2262 Courriel : accessibility@signal49.ca

Publié au Canada | Tous droits réservés | Entente n° 40063028

AERIC Inc. est un organisme de bienfaisance indépendant enregistré au Canada qui exerce ses activités sous le nom de Signal49 Recherche.



Où le savoir inspire l'action

Avec prise d'effet le 26 janvier 2026, Signal49 Recherche a cessé d'utiliser la dénomination et la marque de commerce « Le Conference Board du Canada », qu'elle utilisait auparavant en vertu d'une licence accordée par The Conference Board, Inc. The Conference Board, Inc. et ses titulaires de licences ont le droit exclusif d'utiliser les marques de « THE CONFERENCE BOARD » au Canada.

Signal49
RECHERCHE

PUBLICATION P-02030-Z4S7F6
PRIX : gratuit

signal49.ca