

Annexe 18

Évaluation préliminaire de résilience climatique

RESSOURCES FALCO LTÉE

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE

PROJET MINIER HORNE 5

ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

JUILLET 2024

RÉFÉRENCE WSP : CA0008099.7339

CONFIDENTIEL

RAPPORT PRÉLIMINAIRE



SOURCE : RESSOURCES FALCO LTÉE (PORTAIL VIRTUEL)





ÉVALUATION
PRÉLIMINAIRE DE
RÉSILIENCE
CLIMATIQUE
PROJET MINIER HORNE 5
RESSOURCES FALCO LTÉE

RAPPORT FINAL
CONFIDENTIEL

PROJET NO.: CA0008099.7339
DATE: 19 JUILLET 2024

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600 BOUL. RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL, QC H3H 1P9
CANADA

T: +1-514-340-0046
F: +1-514-340-1337

WSP.COM

GESTION DE LA QUALITÉ

VERSION	DATE	DESCRIPTION
0A	2023-12-22	Version préliminaire pour commentaires
0B	2024-03-22	Version préliminaire révisée
00	2024-07-05	Version pré-finale pour approbation
01	2024-07-19	Version finale-signée

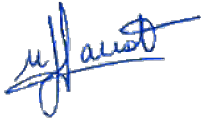
SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Stephanie Greenough, M.Sc., CPI
Conseillère, Risques climatiques et résilience

RÉVISÉ ET APPROUVÉ PAR



Nicolas Sbarrato, ing., M.Sc., PMP®
Conseiller senior, Changements climatiques et
sites contaminés

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Falco Ressources Ltée, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation. Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet. WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels. WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations. Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc. Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informé et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment. L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix (10) ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.



ÉQUIPE DE RÉALISATION

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, Environnement et Développement durable	Hélène Cartier
Coordinatrice aux études techniques	Annie Beaulieu
Technicienne senior en environnement	Marilyn Gagnon

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Nicolas Sbarrato, ing., M.Sc., PMP®
Conseillère en risques et résilience climatiques	Stephanie Greenough, M.Sc., CPI
Conseiller en risques et résilience climatiques	Mohammad Bizhanimanzar, PhD.

ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

CMH5	Complexe minier Horne 5
CMIP	<i>Couple model intercomparison project</i>
CNB	Code national du bâtiment
CRIM	Centre de recherche en informatique de Montréal
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IDF	Intensité-durée-fréquence
IGRM	Installations de gestion de résidus miniers
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organisation internationale de normalisation)
LQE	Loi sur la Qualité de l'Environnement
MSP	Ministère de la Sécurité publique
PCC	<i>Prairie Climate Center</i>
PCIC	<i>Pacific Climate Impacts Consortium</i>
RCP	<i>Representative Concentration Pathway</i>
SSP	<i>Shared Socio-Economic Pathways</i>
URSTM	Unité de recherche et de service en technologie minérale

GLOSSAIRE DES TERMES CLIMATIQUES

Adaptation	Processus d'ajustement au climat actuel ou futur et à ses conséquences. De manière générale dans la société actuelle et pour des projets d'infrastructure, l'adaptation vise à atténuer ou à éviter des dommages ou à exploiter des occasions que les changements climatiques causent. Dans certains écosystèmes, une intervention humaine peut faciliter l'adaptation.
Aléa climatique	Phénomène, manifestation physique ou activité humaine liés aux conditions climatiques susceptibles d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement.
Atténuation	Intervention humaine réduisant les sources et augmentant les puits de gaz à effet de serre.
Capacité d'adaptation	Capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions ou pour faire face aux impacts les plus conséquents.
Changement climatique	Fait référence à un changement de l'état du climat qui peut être identifié par des tests statistiques des changements de la moyenne et/ou la variabilité de ses propriétés. Ce changement doit persister pendant une période prolongée, généralement des décennies ou plus. Un changement climatique peut être dû à des processus naturels ou à des forçages externes tels que les variations du cycle solaire, des éruptions volcaniques et des changements anthropiques persistants modifiant la composition de l'atmosphère ou l'utilisation des sols.
Climat	Modes de variabilité des conditions atmosphériques dans une région donnée sur une longue période, souvent des décennies ou plus (à ne pas confondre avec la météo, c.-à-d. le temps qu'il fait, qui décrit les conditions atmosphériques actuelles, p. ex. : « il pleut » ou « il vente »).
Confiance	Niveau de fiabilité de jeux de données utilisés.
Cycle de gel-dégel	Jour pendant lequel la température maximum est positive et la température minimum est négative. Dans ces conditions, il est très probable que des étendues d'eau sur des surfaces telles que les routes, les toits et les équipements soient sous forme solide et liquide en fonction du moment de la journée.
Données historiques	Données récoltées par les stations météorologiques disponibles à proximité d'une localisation précise durant une certaine période passée.
Durée de vie	La période pendant laquelle l'infrastructure est censée fonctionner selon les paramètres de conception. Théoriquement, il s'agit de la durée entre la mise en service et le début de l'usure. En général, la durée de vie nominale est plus courte que la période entre la mise en service et le moment prévu de la défaillance réelle. Dans certains cas, la durée de vie théorique est exprimée en termes de période de rentabilité économique d'un projet d'ingénierie.
Exposition	Présence de personnes, de moyens de subsistance, de ressources, de services environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux et culturels dans un endroit qui pourrait être affecté par les changements climatiques.

Glissement de terrain	Phénomène d'origine sismique, géologique et géophysique où une masse de terre descend sur une pente.
IDF	Se référer à Courbe d'intensité-durée-fréquence (IDF).
Impact	Effet des aléas météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques sur le milieu humain, l'économie et l'environnement. Un impact se réfère généralement aux effets sur le vivant, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures causés par l'interaction entre les changements ou aléas climatiques et la vulnérabilité d'une société ou d'un système exposé. Les impacts peuvent également être appelés conséquences ou résultats.
Jour de précipitations extrêmes	Jour durant lequel le cumul de précipitations (pluie, neige, grêle, grésil confondus) est supérieur à une certaine limite d'équivalent en eau liquide (souvent, 10 ou 20 mm).
Mesure de contrôle / Mesure d'adaptation	Actions prises pour réduire le potentiel d'exposition à un risque climatique, pour supprimer le risque ou pour réduire la probabilité que le risque d'exposition à ce risque se réalise.
Modèle global de climat	Représentation mathématique des composantes principales du système climatique et de leurs interactions (aussi <i>modèle climatique</i>).
Pergélisol	Couche du sol qui reste à une température inférieure ou égale à 0 °C pendant au moins deux ans.
Période de retour	Mesure statistique représentant le temps moyen entre l'apparition de deux événements semblables. Par exemple, une inondation d'une période de retour de 100 ans est un événement qui est susceptible de se produire tous les 100 ans en moyenne. L'inverse de la période de retour est la fréquence annuelle d'occurrence. Une crue avec une période de retour de 100 ans a 1 chance sur 100 ou 1 % de chance de se produire chaque année.
Pluie verglaçante	Pluie tombant à des températures négatives, causant son gel immédiat au contact d'une surface.
Pointage de risque	Évaluation du niveau de risque selon une échelle prédéfinie.
Précipitations annuelles	Cumul total de précipitations tombées sur toute une année.
Probabilité	Mesure représentant la chance qu'un événement se produise. Dans cette étude, deux probabilités distinctes sont abordées : la probabilité qu'un aléa climatique se produise dans une période donnée (basée sur les données historiques et les projections climatiques) et la probabilité que cet aléa ait un impact sur le projet (basée sur le niveau de vulnérabilité du projet).
Projection climatique	Évaluation de l'état du système climatique à une période future prédéfinie (à ne pas confondre avec <i>prévision météorologique</i>).
Rafale	Augmentation brève de la vitesse du vent, habituellement mesurée en moins de 20 secondes.
Régime des vents	Caractéristiques du vent dans une région spécifique, telles que la vitesse moyenne, la direction et les rafales les plus puissantes.
Résilience	Habilité d'un système à absorber ou de compenser les perturbations, tout en maintenant une structure et un fonctionnement similaires.

Risque	Mesure des pertes potentielles humaines, des cas de blessures, des dommages (voire des destructions) d'actifs, des dégâts environnementaux ou des pertes économiques que pourraient subir un système, une société ou une communauté au cours d'une période spécifique, déterminée de manière probabiliste en fonction du danger, de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.
Scénario	Représentation plausible du climat futur qui a été construite pour une utilisation précise dans le cadre d'études sur les impacts potentiels des changements climatiques.
Scénario actif	Scénario SSP2-4.5 se caractérise par la poursuite des émissions de CO ₂ à des niveaux similaires aux niveaux actuels avant le milieu du siècle, et par une diminution par la suite. La température augmente de 2,7°C d'ici la fin du siècle et le forçage radiatif atteint 4.5 W/m ²
Scénario passif	Scénario SSP5-8.5 se caractérise par d'importants défis en matière d'atténuation des changements climatiques et de faibles défis en matière d'adaptation, avec un objectif de forçage radiatif de 8,5 W/m ² . La température augmente de 4,6°C d'ici la fin du siècle.
Sensibilité	Mesure représentant le niveau avec lequel un système est affecté, de manière défavorable ou avantageuse, par un aléa ou par les changements climatiques. Son effet peut être direct (p. ex. : un changement dans le rendement des cultures en réponse à un changement de température) ou indirect (p. ex. : des dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations fluviales en raison de l'augmentation du niveau de la mer).
Sévérité	Mesure représentant le niveau des dommages potentiels que l'impact étudié aura sur le projet. Dans cette étude, la sévérité est détaillée selon trois axes principaux : le milieu humain (santé et sécurité, société, réputation et gouvernance), l'environnement physique et l'aspect financier (coût de restauration, affaires légales et litiges et économie).
Température annuelle moyenne	Température moyenne observée sur une année.
Tempête de neige	Perturbation atmosphérique ayant pour résultat un cumul minimum de neige de 15 cm à un endroit donné.
Trajectoires représentatives de la concentration (RCP)	Un scénario de trajectoire de concentration de gaz à effet de serre adopté par le GIEC. Les quatre scénarios (RCP2.6, RCP4.5, RCP6 et RCP8.5) représentent l'éventail des résultats possibles de politiques climatiques pour le 21 ^e siècle. Le RCP2.6, le scénario le plus optimiste, suppose des mesures d'atténuation agressives, tandis que le RCP8.5 provoquera le plus grand réchauffement planétaire, avec peu ou pas de changements.
Vulnérabilité	Degré avec lequel un système est susceptible ou incapable de faire face aux effets négatifs des changements climatiques. La vulnérabilité est alors la combinaison de la sensibilité et de la capacité d'adaptation de chaque composante et de chaque activité.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	14
1.1	Mise en contexte.....	14
1.2	Objectifs de l'étude.....	15
2	MÉTHODOLOGIE	16
2.1	Notre approche	16
2.2	Cadre de travail.....	16
2.3	Terminologie utilisée	18
2.4	tendances climatiques.....	21
3	DESCRIPTION DU PROJET.....	23
3.1	Emplacement et accès.....	23
3.2	Composantes du projet et infrastructures considérées.....	25
3.3	Calendrier adopté et horizons temporels	27
4	CARACTÉRISATION DES ALÉAS CLIMATIQUES	28
4.1	Sélection des aléas pertinents	28
4.2	Portrait climatique et tendances actuelles	31
4.3	Projections climatiques des aléas retenus.....	33
4.4	Analyse d'exposition aux aléas retenus	39
5	ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJET	42
5.1	Interactions entre le projet et les conditions climatiques.....	42
5.2	Liste des impacts potentiels	43
5.3	Sensibilité et capacité d'adaptation.....	46
5.4	Pointage de vulnérabilité.....	56

6	ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES	58
6.1	Probabilité des impacts.....	58
6.2	Sévérité des conséquences	60
6.3	Pointage de risque.....	62
6.4	Occasion à saisir	64
7	ATTÉNUATION DU NIVEAU DE RISQUE	65
7.1	Exemples de Mesures pouvant être mises en place au besoin.....	65
7.2	Risque résiduel.....	78
	CONCLUSION	79
	RÉFÉRENCES	80

ANNEXES

A TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

TABLEAUX

TABLEAU 2-1 GRILLE D'ÉVALUATION COMPLÈTE DE L'ANALYSE DES RISQUES CLIMATIQUES	18
TABLEAU 2-2 MATRICE D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ.....	19
TABLEAU 2-3 MATRICE D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ DES IMPACTS	20
TABLEAU 2-4 MATRICE D'ÉVALUATION DU NIVEAU DE RISQUE CLIMATIQUE	20
TABLEAU 2-5 PÉRIODES DES PORTAILS D'INFORMATION SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	22
TABLEAU 4-1 ALÉAS CLIMATIQUES RETENUS ET REJETÉS.....	28
TABLEAU 4-2 ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES RECENSÉS À LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE MONT-BRUN (1981-2010).....	31
TABLEAU 4-3 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	33
TABLEAU 4-4 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES ÉPISODES DE PLUIE VERGLAÇANTE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	34
TABLEAU 4-5 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES CANICULES POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	35
TABLEAU 4-6 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES CYCLES GEL-DÉGEL ET LE REDOUX HIVERNAL POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	35
TABLEAU 4-7 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LA SÈCHERESSE ET LES FEUX DE FORÊT POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	37
TABLEAU 4-8 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES VENTS VIOLENTS ET LES TEMPÊTES AVEC	

	ACTIVITÉ ORAGEUSE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	38
TABLEAU 4-9	TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES TEMPÊTES DE NEIGE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	39
TABLEAU 4-10	TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT L'ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	39
TABLEAU 4-11	LIENS ENTRE LES ALÉAS, LES TENDANCES DES INDICATEURS CLIMATIQUES ET LES POINTAGES (SCORE) DE PROBABILITÉ À COURT TERME (2021-2050) POUR LE SCÉNARIO PASSIF (SSP5-8.5)	40
TABLEAU 5-1	ANALYSE OUI/NON (O/N) DES INTERACTIONS ENTRE LES ALÉAS CLIMATIQUES ET LES COMPOSANTES DU PROJET	42
TABLEAU 5-2	LISTE DES IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIÉS.....	43
TABLEAU 5-3	SENSIBILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION DU PROJET SOUS L'INFLUENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	48
TABLEAU 5-4	POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ	56
TABLEAU 6-1	POINTAGE DE PROBABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ	58
TABLEAU 6-2	POINTAGE DE SÉVÉRITÉ POUR CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ	60
TABLEAU 6-3	LISTE DES NIVEAUX DE RISQUE ÉVALUÉS POUR LES IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIÉS.....	63

FIGURES

FIGURE 2-1	APPROCHE GÉNÉRALE D'UNE ÉTUDE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE (ADAPTÉ DU GUIDE DU MELCCFP).....	16
------------	--	----

FIGURE 2-2 CADRE D'ÉVALUATION DU RISQUE SELON LE SIXIÈME RAPPORT DU GIEC	17
FIGURE 2-3 CHANGEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE LA TERRE PROJETÉ PAR RAPPORT À LA PÉRIODE 1850-1900	22
FIGURE 3-1 LOCALISATION GÉNÉRALE DU PROJET HORNE 5	23
FIGURE 3-2 LOCALISATION DES COMPOSANTES DU PROJET HORNE 5.....	24
FIGURE 4-1 RÉPARTITION DES ZONES DE PERGÉLISOL ET LOCALISATION DU SITE DU PROJET	29
FIGURE 4-2 LIDAR DU SECTEUR DU CMH5 (MRNF, 2023).....	30
FIGURE 4-3 INONDATIONS HISTORIQUES DOCUMENTÉES DANS LA RÉGION DE ROUYN-NORANDA (MSP, 2023)	30
FIGURE 4-4 (A) TEMPÉRATURE MOYENNE ET (B) PRÉCIPITATIONS TOTALES ANNUELLES POUR LA PÉRIODE 1950-2013	32
FIGURE 4-5 NOMBRE DE JOURS AVEC DES PRÉCIPITATIONS ÉGALES OU SUPÉRIEURES À 20 MM POUR LA PÉRIODE 1950-2013.....	32
FIGURE 4-6 FEUX DE FORÊT DE PLUS DE 200 HA RÉPERTORIÉS AU CANADA POUR LA PÉRIODE 1980-2018	36
FIGURE 4-7 INDICE FORÊT-MÉTÉO MOYEN POUR LE MOIS DE JUILLET AU CANADA ENTRE 1980 ET 2019	37

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Ressources Falco Ltée (ci-après « Falco ») projette de développer une mine souterraine d'or, d'argent, de cuivre et de zinc.

Le projet Horne 5 est situé dans le parc industriel Noranda-Nord à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Ce projet prévoit l'exploitation, sur une période d'environ 15 ans, du gisement Horne 5, situé directement sous l'ancienne mine Horne à Rouyn-Noranda.

Le projet est présentement au stade de faisabilité et est soumis à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Depuis 2018, la prise en compte des changements climatiques dans le régime d'autorisation environnementale du Québec est requise par la Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement via l'Annexe II de la LQE. En complément à l'évaluation de la contribution du projet aux émissions de gaz à effet de serre (GES), l'étude d'impact doit également évaluer les impacts des changements climatiques anticipés sur les différentes phases du projet, soit la construction, l'exploitation et la restauration.

Le projet Horne 5 est soumis au régime transitoire d'autorisation, qui n'exige pas spécifiquement d'intégrer les changements climatiques au développement du projet. Falco désire néanmoins faire preuve de proactivité en présentant une vision claire sur la manière dont les risques climatiques et la résilience sont considérés dans le développement du projet Horne 5.

La prise en compte des changements climatiques doit notamment considérer :

- les exigences et recommandations des moteurs réglementaires nationaux et bonnes pratiques, comme les recommandations développées par le Ministère de l'environnement, de la lutte contre les changements climatiques, de la faune et des parcs (MELCCFP) dans le document « Les changements climatiques et l'évaluation environnementale : Guide à l'intention de l'initiateur de projet » (ci-après « le Guide »);
- les exigences et recommandations des moteurs réglementaires internationaux et bonnes pratiques, comme les recommandations du Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD) afin d'aider les compagnies à établir un cadre pour tester la résilience d'une entreprise ou d'un projet, ou les divulgations volontaires ou obligatoires en vigueur;
- les exigences des investisseurs qui peuvent demander des redditions de compte en lien avec les risques climatiques;
- les opportunités d'affaires, incluant la prise en compte des paramètres climatiques pour l'identification de risques et d'opportunités, la divulgation des émissions de GES et les objectifs d'entreprise en lien avec les changements climatiques.

L'évaluation préliminaire présentée dans ce rapport s'inscrit dans cette démarche, ainsi que dans la stratégie globale de gestion du risque de Falco. Cette analyse sera revue dans le cadre d'une étude de résilience climatique complète et d'une analyse globale incluant une évaluation du cycle de vie.

Ainsi, afin de contribuer à cette démarche, Falco a mandaté WSP Canada Inc. (ci-après désigné « WSP ») pour réaliser une évaluation préliminaire de résilience climatique du projet Horne 5.

Cette évaluation préliminaire est réalisée sur les composantes principales du projet, soit la mine (les infrastructures souterraines), le complexe minier Horne 5 (CMH5), les installations de gestion de résidus miniers (IGRM), les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et la conduite d'eau fraîche.

Il est à noter que les composantes du projet sont analysées sans égard aux différentes étapes de développement du projet. Les activités du projet ne sont pas davantage considérées dans cette étude. Falco prévoit évaluer la résilience climatique des infrastructures et des activités du projet pour chacune des étapes de développement du projet lors de prochaines études.

Cette évaluation préliminaire a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude est de réaliser une évaluation préliminaire de la résilience climatique du projet en identifiant les aléas climatiques qui pourraient affecter les composantes du projet Horne 5 telles qu'elles sont présentement conçues ainsi qu'en dressant un profil préliminaire des risques climatiques et en proposant des mesures d'adaptation génériques, afin de déterminer si des changements devraient être apportés à la conception ou aux plans de gestion et aux programmes de suivi. Par la suite, une étude de résilience climatique complète permettra de préciser ce profil ainsi que les risques et les opportunités associés aux vulnérabilités climatiques identifiées et de développer des mesures d'adaptation qui pourraient être mises en place pour réduire ces vulnérabilités au besoin.

Cette étude se base sur une approche qui répond aux lignes directrices de l'*Optique des Changements Climatiques* d'Infrastructure Canada (Infrastructure Canada, 2019), tout en restant conforme à la norme ISO 31000:2018 sur la *gestion des risques* et en respectant les concepts clés de la norme ISO 14091:2021 sur l'*adaptation aux changements climatiques*.

L'approche retenue pour cette évaluation préliminaire est basée sur une analyse de type qualitative. Il est à noter que des seuils historiques sont utilisés pour la qualification de la probabilité de changement des aléas climatiques. Falco prévoit intégrer une approche quantitative, avec l'utilisation spécifique de seuils de conception, lors de prochaines études.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 NOTRE APPROCHE

La méthodologie se base sur les meilleures pratiques, les exigences des normes ISO 31000:2018 sur la *gestion des risques* et ISO 14091:2021 *Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques*. Elle suit également les fondements conceptuels et méthodologiques recommandés par le ministère de la Sécurité publique (MSP) du Québec de même que les lignes directrices générales de l'*Optique des changements climatiques* élaborées par Infrastructure Canada. La Figure 2-1 présente l'approche générale d'une étude de résilience climatique.

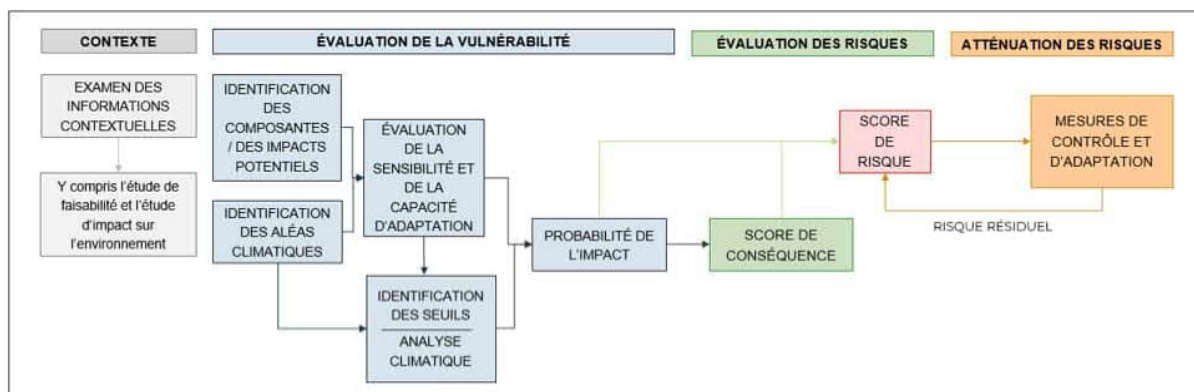
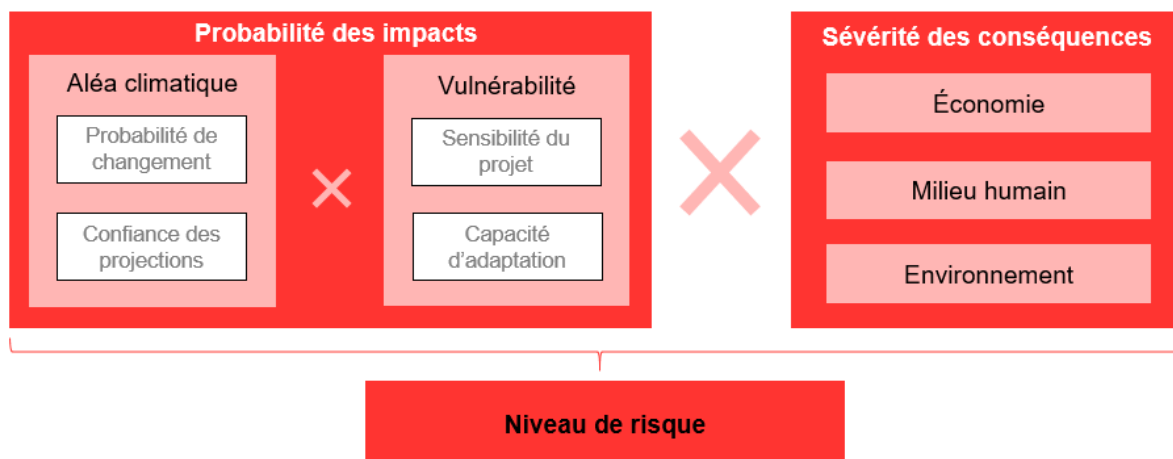


Figure 2-1 Approche générale d'une étude de résilience climatique (adapté du Guide du MELCCFP)

2.2 CADRE DE TRAVAIL

La Figure 2-2 présente le cadre de travail basé sur la définition du risque issue du sixième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ; IPCC, 2022). Le risque est défini comme le produit de la probabilité d'observer des impacts climatiques sur le projet avec la sévérité de leurs conséquences.

La probabilité des impacts est évaluée en couplant la probabilité de changement dans l'occurrence des aléas climatiques avec la vulnérabilité du projet.



Source: Basé sur IPCC (2022) et mis au point par WSP.

Figure 2-2 Cadre d'évaluation du risque selon le sixième rapport du GIEC

Les différentes étapes de l'exercice peuvent être décrites comme suit :

1 Caractérisation de l'**aléa climatique** :

- a Analyse des tendances climatiques pour la région dans laquelle se situe le projet;
- b Association des tendances d'indicateurs climatiques à la probabilité de changement des aléas climatiques pertinents pour le projet.

2 Évaluation de la **vulnérabilité** :

- a Identification des impacts potentiels des tendances climatiques sur les personnes, les infrastructures, l'économie et l'environnement;
- b Évaluation de la sensibilité des composantes, soit leur potentiel à être exposées et affectées par les aléas climatiques, en fonction des mesures d'atténuation/adaptation déjà mises en place;
- c Évaluation de leur capacité d'adaptation, soit la capacité du projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents.

3 Évaluation de la **probabilité des impacts** :

- a La probabilité des impacts est le croisement de la probabilité d'observer des changements dans l'occurrence des aléas climatiques et de la vulnérabilité des composantes à ces aléas.

4 Spécification de la **sévérité des conséquences** lors de l'occurrence de l'aléa, en fonction de la situation particulière du projet :

- a Les conséquences sont évaluées d'un point de vue économique, humain et environnemental;
- b La sévérité générale des conséquences est donnée par la sévérité maximale des trois secteurs dans une approche conservatrice, dans le but de ne minimiser aucune conséquence importante.

5 Évaluation du **risque** :

a Pour chaque impact identifié, le niveau de risque initial lié aux changements climatiques est obtenu par le croisement de la probabilité des impacts avec la sévérité des conséquences identifiées.

6 Proposition de **mesures de contrôle et d'adaptation** pour tous les risques identifiés avec un niveau modéré, élevé et très élevé.

2.3 TERMINOLOGIE UTILISÉE

L'échelle utilisée pour évaluer les aléas climatiques, la sensibilité, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité comporte cinq niveaux. Ceux-ci correspondent à la terminologie décrite dans le Tableau 2-1.

Tableau 2-1 Grille d'évaluation complète de l'analyse des risques climatiques

Niveau	Caractérisation de l'aléa	Évaluation de la vulnérabilité		Sévérité des conséquences	Risque
	Probabilité de changement	Sensibilité	Capacité d'adaptation		
1	Très basse	Très basse	Très haute	Très faible	Négligeable
	Le seuil historique choisi n'est pas dépassé par les valeurs projetées futures.	Les probabilités que le projet soit affecté par l'aléa sont minimales.	Les mesures d'adaptation peuvent être très facilement mises en place et sont efficaces.	Pourrait légèrement affecter ou non la qualité de vie des travailleurs. Pourrait mener ou non à des impacts limités en intensité et spatialement ou n'a pas d'impact.	Évènement ne requérant pas une considération supplémentaire.
2	Basse	Basse	Haute	Faible	Faible
	Le seuil historique choisi n'est pas dépassé par le 90 ^e percentile des valeurs projetées futures, mais pourrait être dépassé par les valeurs les plus conservatrices futures.	Les probabilités que les composantes principales du projet soient affectées par l'aléa sont minimales. Il y a de faibles chances que les composantes secondaires soient affectées par l'aléa.	Les mesures d'adaptation peuvent être facilement mises en place et sont efficaces.	Pourrait affecter la qualité de vie des travailleurs de manière temporaire. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux localisés et réversibles.	Mesures de contrôle probablement non requises.
3	Modérée	Modérée	Modérée	Moyenne	Modéré
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90 ^e percentile des valeurs projetées.	Il y a de faibles probabilités que les composantes principales soient affectées par l'aléa. Il y a de fortes chances que les composantes secondaires soient affectées par l'aléa.	Il existe des mesures d'adaptation, mais leur coût et leur temps de mise en place ou leur efficacité rend leur implantation questionnable.	Pourrait affecter la qualité de vie des personnes de manière prolongée. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux importants, mais réversibles	Certaines mesures de contrôle sont requises pour réduire le niveau de risque.

Tableau 2-1 Grille d'évaluation complète de l'analyse des risques climatiques (suite)

Niveau	Caractérisation de l'aléa	Évaluation de la vulnérabilité		Sévérité des conséquences	Risque
	Probabilité de changement	Sensibilité	Capacité d'adaptation		
4	Haute	Haute	Basse	Élevée	Élevé
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90 ^e percentile et la moyenne des valeurs projetées.	Il y a de fortes probabilités que le projet soit directement affecté par l'aléa.	La mise en place des mesures d'adaptation est longue et peu efficace. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation est similaire à la valeur du projet.	Pourrait affecter significativement et irrémédiablement la qualité de vie des personnes. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux majeurs ou irréversibles sur la durée de vie du projet	Mesures de contrôle requises en priorité.
5	Très haute	Très haute	Très basse	Très élevée	Très élevé
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90 ^e percentile, la moyenne et le 10 ^e percentile des valeurs projetées.	Il y a de très fortes probabilités que le projet soit directement affecté par l'aléa.	Les mesures d'adaptation sont inexistantes. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation dépasse la valeur du projet.	Pourrait mener à des décès (directs ou non). Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux majeurs et irréversibles pour la communauté.	Mesures de contrôle immédiates requises.
Opportunité	Selon les catégories ci-dessus.	Selon les catégories ci-dessus.	Selon les catégories ci-dessus.	Impact positif	Opportunité
				Gain en qualité de vie, opportunité économique ou environnementale.	Mesures pour saisir l'opportunité recommandée.

Source : Basé sur Infrastructure Canada (2019), puis adapté et complété par WSP.

Les impacts potentiels sont priorisés selon l'échelle de vulnérabilité obtenue par le croisement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des composantes du projet (Tableau 2-2).

Tableau 2-2 Matrice d'évaluation de la vulnérabilité

Vulnérabilité		Sensibilité				
		Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
Capacité d'adaptation	Très basse	Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
	Basse	Très basse	Basse	Modérée	Haute	Haute
	Modérée	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Haute
	Haute	Très basse	Très basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très haute	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

La probabilité de l'impact potentiel, la sévérité des conséquences et le niveau de risque sont aussi évalués selon une échelle à cinq niveaux. La probabilité de l'impact potentiel est le résultat du croisement de la probabilité de changement de l'aléa climatique avec le niveau de vulnérabilité du projet (Tableau 2-3).

Tableau 2-3 Matrice d'évaluation de la probabilité des impacts

Probabilité de l'impact		Vulnérabilité				
		Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
Probabilité de changement de l'aléa	Très haute	Basse	Modérée	Haute	Très haute	Très haute
	Haute	Basse	Modérée	Haute	Haute	Très haute
	Modérée	Basse	Basse	Modérée	Haute	Haute
	Basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très basse	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

Les différentes catégories du niveau de conséquences et de risques proviennent également des lignes directrices de l'Optique des changements climatiques (deux dernières colonnes du Tableau 2-1). Une notion d'opportunité a également été incluse, permettant de considérer toute conséquence positive causée par les changements climatiques. Cette notion est complétée par la notion de « risque positif » qu'elle entraîne. La sévérité des conséquences est systématiquement évaluée selon un point de vue économique, humain et environnemental. Selon le pointage de probabilité des impacts et de sévérité des conséquences, chaque risque est placé dans une matrice d'évaluation permettant d'évaluer son niveau général (Tableau 2-4). L'établissement de la terminologie plus détaillée pour la sévérité des conséquences est présenté dans l'annexe A.

Tableau 2-4 Matrice d'évaluation du niveau de risque climatique

Niveau de risque		Sévérité de conséquences					Impact positif
		Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	
Probabilité de l'impact	Très haute	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé	Très élevé	Opportunité
	Haute	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Très élevé	Opportunité
	Modérée	Faible	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Opportunité
	Basse	Négligeable	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Opportunité
	Très basse	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Modéré	Opportunité

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

Les risques sont alors priorisés par un code de couleurs :

- Vert : risque négligeable.
- Jaune : risque faible.
- Orange clair : risque modéré. Cela ne remet pas en question la faisabilité ou la vitalité du projet, mais des coûts supplémentaires et des actions pourraient être nécessaires pour remédier à la situation.
- Orange foncé : risque élevé. Des actions de plus grande ampleur pourraient devoir être entreprises pour remédier à la situation. Cela pourrait, dans certains cas, affecter la rentabilité ou encore la faisabilité d'un projet; des impacts significatifs sur le milieu naturel et humain sont à prévoir.
- Rouge : risque très élevé. La faisabilité ou la vitalité d'un projet peut être remise en question. Cela s'applique également aux événements où le risque pour la protection de l'environnement est grand (contamination, déversements, pollution des cours d'eau, etc.) et pourrait avoir des impacts à long terme sur le milieu naturel et humain.
- Bleu : risque « positif » ou occasion à saisir. Les changements climatiques peuvent également avoir un effet bénéfique. Une saison hivernale moins neigeuse pourrait, par exemple, avoir des avantages pour des conditions routières plus favorables.

2.4 TENDANCES CLIMATIQUES

Les données et tendances climatiques considérées pour cette étude proviennent de quatre sources distinctes :

- Atlas climatique du Canada, version 2.0 (PCC, 2023), cellule contenant le projet Horne 5.
- Environnement et changement climatique Canada (ECCC, 2023). Données des stations Mont-Brun pour le calcul des normales climatiques et les tendances de la température moyenne et précipitation totale annuels.
- Portail de données climatiques Canada (DonnéesClimatiques.ca, 2023), cellule contenant le projet Horne 5.
- Outil de courbes intensité-durée-fréquence (IDF) sous l'influence des changements climatiques IDF-CC Tool 6.0 (Simonovic et al., 2022), station météorologique de Kirkland Lake, Ontario (ID climatologique : 6074211).

Le nouvel Atlas climatique du Canada est mis à disposition par le *Prairie Climate Center* (PCC), en collaboration avec l'Université du Manitoba. Le PCC est un consortium travaillant sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques et a réalisé des scénarios climatiques d'ensemble pour le Canada, en se basant sur 24 modèles globaux de climat issus du cinquième plus récent exercice du CMIP5 (Taylor et al., 2012). Le CMIP (*Coupled Model Intercomparison Project*) est une collaboration de chercheurs internationaux visant à mieux comprendre les variations climatiques passées et futures. Ces simulations ont subi une mise à l'échelle statistique, puis ont été agglomérées sur deux grilles de l'Index des cartes du Système national de référence cartographique au 1:50 000 (grille à haute résolution) et au 1:250 000 (grille à basse résolution). Ces données provenant du *Pacific Climate Impacts Consortium* (PCIC) sont fiables et reconnues dans le milieu académique, par les agences gouvernementales et par le milieu des ingénieurs. L'usager de cette plateforme a accès à l'évolution d'une trentaine d'indicateurs climatiques, à des données graphiques et à des histogrammes de fréquences anticipées.

Le portail de Données climatiques Canada a été mis au point par le Centre de recherche en informatique de Montréal (CRIM) en collaboration avec Ouranos, le PCIC, Environnement et Changement climatiques Canada (ECCC), le PCC et Habitat Seven. Son objectif est d'appuyer les décideurs situés partout au Canada et œuvrant dans un large éventail de secteurs en leur fournissant les données climatiques les plus à jour dans des formats et des visualisations conviviaux. Tous les résultats présentés proviennent également d'un ensemble de 24 modèles climatiques par interpolation sur une grille de 1/12° (~9 km x 6 km) sur l'ensemble du Canada. Chaque modèle climatique simule le climat pour la période historique 1950-2005 et pour des avenir plausibles sur la période 2006-2100. Ce portail est utilisé ici dans le but de calculer l'évolution d'indicateurs climatiques qui ne sont pas disponibles sur d'autres portails à partir des données quotidiennes de température et de précipitations.

L'outil hydrologique IDF-CC a été développé par Western University et est le résultat d'une utilisation de données de précipitations des stations d'ECCC, d'interpolations spatiales et de statistiques futures se basant sur 24 modèles globaux de climat mis à l'échelle. En fonction des statistiques historiques et des différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, des courbes IDF (intensité, durée, fréquence) et leurs incertitudes sont générées pour différents futurs envisagés pour de nombreuses jauges de précipitations réparties dans tout le Canada. Cet outil fournit, entre autres, l'évolution du cumul horaire ou journalier maximum de précipitations avec différentes périodes de retour allant de 2 à 100 ans. Les courbes IDF historiques utilisées pour cette analyse ont été statistiquement calculées en utilisant une distribution de Gumbel.

Ces trois sources de données présentent des projections climatiques en se basant sur une référence du passé récent et du futur sur un horizon à court terme (c.-à-d. prochaines trois décennies) (Tableau 2-5). L'horizon temporel à court terme (2021-2050) a été sélectionné afin de correspondre au calendrier des phases de construction et d'exploitation du projet.

Tableau 2-5 Périodes des portails d'information sur les changements climatiques

Nom du portail	Période historique de référence	Horizon à court terme
Atlas climatique du Canada	1976-2005	2021-2050
Données climatiques Canada	1991-2020	2021-2050
Outil IDF-CC	1980-2021*	2021-2050

Note : * Cette période correspond à la disponibilité des mesures à la station météorologique utilisée (Kirkland Lake).

Pour tous les indicateurs climatiques à l'étude, les projections sont présentées selon deux trajectoires communes d'évolution socio-économique communes (de l'anglais *Shared Socio-Economic Pathways* ou *SSP*) SSP2-4.5 (scénario actif) et SSP5-8.5 (scénario passif). Les SSP sont utilisés dans le 6^e rapport (IPCC, 2021) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, en anglais Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) pour décrire l'évolution future des températures en fonction de la croissance démographique, du remplacement des combustibles fossiles par des sources d'énergie renouvelables et des niveaux de coopération internationale. Parmi les nombreuses combinaisons possibles de scénarios SSP et de forçage radiatif, plusieurs ont été sélectionnés comme représentatifs des futurs possibles (Riahi et al., 2017). Les scénarios décrivent différents niveaux d'atténuation et d'adaptation combinés à des objectifs de forçage radiatif. La Figure 2-3 montre la fourchette prévue des augmentations de la température mondiale modélisées pour plusieurs SSP. Plus le forçage radiatif est élevé, plus l'augmentation de la température mondiale est importante.

Le SSP2-4.5 se caractérise par la poursuite des émissions de CO₂ à des niveaux similaires aux niveaux actuels avant le milieu du siècle, et par une diminution par la suite. La température augmente de 2,7°C d'ici la fin du siècle et le forçage radiatif atteint 4.5 W/m². Le SSP5-8.5, quant à lui, décrit un avenir mondial caractérisé par d'importants défis en matière d'atténuation des changements climatiques et de faibles défis en matière d'adaptation, avec un objectif de forçage radiatif de 8,5 W/m². L'utilisation des SSP2-4.5 et SSP5-8.5 est courante et considérée comme une bonne pratique dans les évaluations des risques et de la vulnérabilité climatique. Dans le cadre de ce rapport, les scénarios d'émission SSP2-4.5 et SSP8.5 sont présentés pour faire l'état des lieux du portrait climatique projeté de la région. Ce choix repose sur le fait que les données pour ces modèles d'émissions sont disponibles et que ce sont les scénarios les plus probables. Le SSP2-4.5 est abordé à titre de comparaison avec le SSP5-8.5 mais ne sera pas utilisé pour l'analyse des risques afin de garder une approche conservatrice. Le SSP5-8.5 est le scénario le plus utilisé dans les évaluations des risques climatiques car il présume que les concentrations de GES continueront d'augmenter à un taux similaire à celui vécu actuellement.

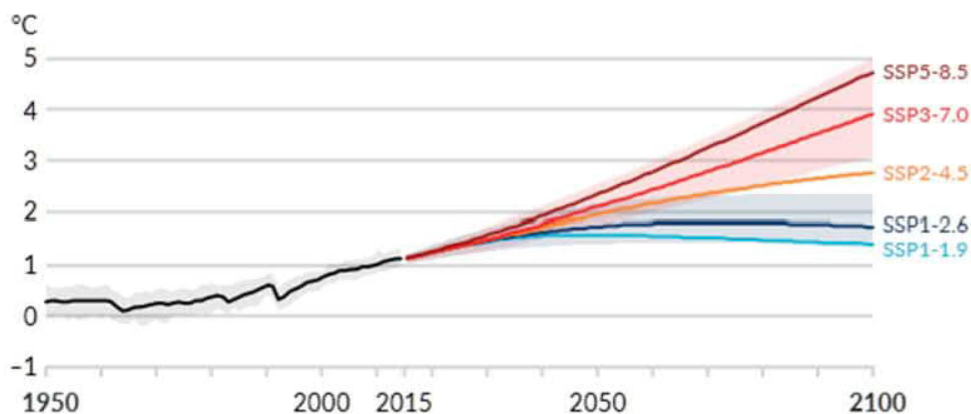


Figure 2-3 Changement de la température de la terre projeté par rapport à la période 1850-1900

Source : IPCC (2021), Page 22

3 DESCRIPTION DU PROJET

Le chapitre 5 de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE; WSP, 2017) présente les caractéristiques générales du milieu de réalisation, ainsi que les activités et infrastructures du projet Horne 5.

Les sections suivantes présentent un sommaire des principaux éléments considérés dans le cadre de cette étude.

3.1 EMLACEMENT ET ACCÈS

Le projet Horne 5 est situé à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (Figures 3-1 et 3-2).

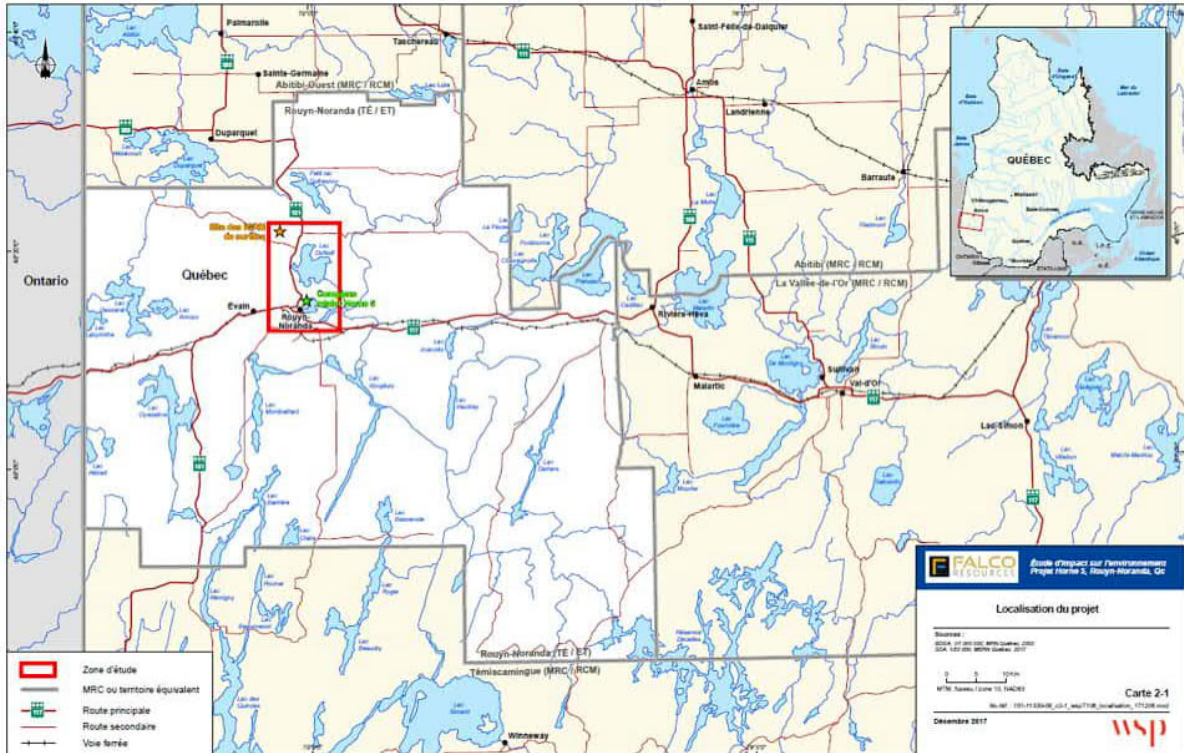


Figure 3-1 Localisation générale du projet Horne 5

Source : Étude d'impact sur l'environnement (Ressources Falco - WSP, 2017)

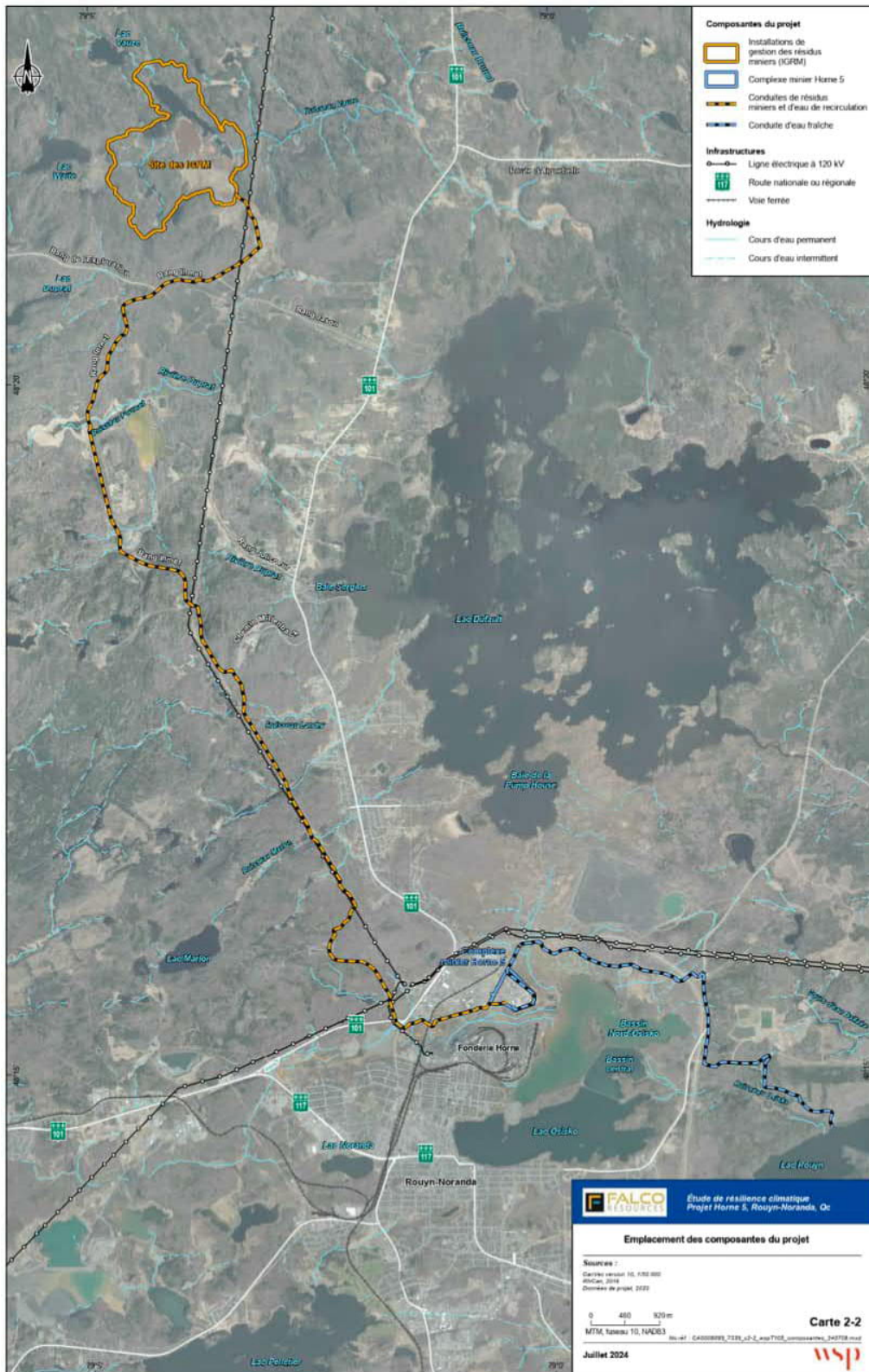


Figure 3-2 Localisation des composants du projet Horne 5

Source : WSP 2024

Le CMH5 sera accessible toute l'année à partir de la route provinciale 117 et se fera par l'avenue Marcel-Baril. Le réseau ferroviaire existant sera prolongé pour permettre l'acheminement du concentré de zinc et la livraison de certains consommables.

Les IGRM, localisés à 11 km au nord-nord-ouest du CMH5, seront accessibles par la route 101 en direction nord à partir du centre de Rouyn-Noranda, par le rang Jason, puis par le rang Inmet.

Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation reliant le CMH5 au site des IGRM seront aménagées le long des sentiers, chemins, rues et routes existantes et le long d'une emprise de ligne de transport d'énergie électrique.

La conduite d'eau fraîche reliant le CMH5 au lac Rouyn sera également aménagée le long d'emprise d'infrastructures existantes.

3.2 COMPOSANTES DU PROJET ET INFRASTRUCTURES CONSIDÉRÉES

La liste des infrastructures considérées a été élaborée avec Falco pour chacune des composantes du projet Horne 5.

3.2.1 LA MINE HORNE 5 (INFRASTRUCTURES SOUTERRAINES)

Le gisement Horne 5 est situé entre 650 m et 2 000 m sous la surface du sol. Falco prévoit réutiliser l'ancien puits Quemont No. 2 pour y accéder. L'utilisation d'équipements électriques est priorisée. Les principaux éléments considérés pour cette composante sont :

- La mine, entièrement souterraine avec des galeries et chantiers à divers niveaux, ainsi que des rampes, monteries et convoyeurs;
 - Le puits Quemont No.2 qui constituera le puits principal donnant accès à la mine Horne 5;
 - Diverses salles avec équipements (ateliers mécaniques/soudure/électrique, espaces d'entreposage pour les pièces, les pneus, le combustible, les explosifs et les détonateurs, bureaux et espaces pouvant servir de refuges ou de salles à manger, etc.);
 - Divers équipements (concasseur, convoyeur, machinerie, ventilation et chauffage, éclairage, électricité, réseaux de communications, etc.).
-

3.2.2 LE COMPLEXE MINIER HORNE 5 (CMH5)

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Le chevalement (au-dessus du puits Quemont No.2) qui permettra le transport du personnel et du matériel d'une hauteur de 100 m et le bâtiment des treuils;
- L'usine de traitement du minerai, ainsi que l'usine de remblai en pâte et le laboratoire (tous deux situés à l'intérieur du bâtiment de l'usine de traitement du minerai);
- Une aire d'entreposage du minerai recouverte d'un dôme à toit fixe;
- Un convoyeur couvert acheminera le minerai concassé de la mine vers l'aire d'entreposage du minerai et des convoyeurs nécessaires au déplacement du minerai entre le chevalement et l'usine de traitement;
- Trois épaisseuriers situés à l'extérieur du bâtiment; un pour le concentré de cuivre, un pour le concentré de zinc, un pour le concentré de pyrite;
- Des cuves de lixiviation et des réservoirs de cyanuration, situés à l'extérieur du bâtiment;

- Une ligne de transmission électrique de 120 kV reliant le CMH5 à un poste d'Hydro-Québec et une sous-station électrique;
- Des bâtiments de soutien (entrepôt, atelier, administratif, multiusage : salles dédiées au personnel, salle électrique, vestiaires et sècherie, cafétéria, infirmerie, salles de toilette et salles de conférences);
- Un stationnement d'environ 350 places et une guérite;
- Un raccordement à la voie ferrée existante;
- Les génératrices et autres équipements;
- Des réservoirs d'entreposage de carburant;
- Deux étangs de drainage;
- Une halde à minerai extérieure temporaire d'environ 200 000 tonnes, pendant une courte période lors de la période de préproduction du projet alors que l'aire d'entreposage intérieure du minerai sera en construction.

3.2.3 LES INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS (IGRM)

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- La cellule de résidus de concentré de pyrite (RCP);
- La cellule de résidus de flottation de pyrite (RFP);
- Le bassin interne (collectant les eaux de ruissellement et drainage des résidus);
- Des digues en enrochement ceinturant ou séparant les différents bassins ou cellules (digue médiane, digue RCP-A, digue RCP-B, digue RFP-1, digue RFP-2, digue RFP-3);
- Le bassin de polissage;
- Une usine de traitement des eaux;
- L'effluent (l'eau qui sera récupérée aux IGRM et qui ne pourra pas être acheminée vers le CMH5 afin d'être utilisée comme eau de recirculation sera traitée et retournée à l'environnement par l'effluent).

3.2.4 LES CONDUITES DE RÉSIDUS MINIERS ET D'EAU DE RECIRCULATION

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Un réseau de 4 conduites (2 par types de résidus) qui acheminera les résidus miniers qui n'auront pu être retournés sous terre vers les IGRM, qui seront à double-paroi et muni d'un système de détection et de rétention des fuites;
- Une conduite qui acheminera l'eau de recirculation des IGRM vers le CMH5, également à double paroi et munie d'un système de détection et de rétention des fuites.

Les conduites seront en parties recouvertes par un matériel granulaire.

3.2.5 LA CONDUITE D'EAU FRAÎCHE

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Une prise d'eau fraîche, en bordure du la Rouyn, pour compléter l'approvisionnement en eau fraîche de l'usine de traitement du minerai au besoin;
- Une conduite, qui acheminera de l'eau du lac Rouyn vers le CMH5.

3.3 CALENDRIER ADOPTÉ ET HORIZONS TEMPORELS

L'évaluation préliminaire considère l'ensemble des composantes, sans égard aux différentes étapes du projet. Ainsi, aucun calendrier n'a été considéré pour cette étude.

Tel que présenté à la section 2.4, l'horizon temporel choisi pour l'analyse des projections climatiques (horizon à court terme) couvre la période entre **2021 et 2050**.

Différents horizons temporels seront considérés lors des prochaines études afin d'évaluer chacune des différentes périodes de développement du projet ainsi que les phases de restauration, fermeture et post-fermeture.

4 CARACTÉRISATION DES ALÉAS CLIMATIQUES

4.1 SÉLECTION DES ALÉAS PERTINENTS

Un aléa se définit comme « un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine susceptible d’occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l’environnement » (MSP, 2009). Un aléa climatique est donc un aléa dont l’origine est directement ou indirectement liée à une ou plusieurs variables climatiques. Certains attributs tels que l’intensité, la probabilité d’occurrence ou de récurrence ainsi que la localisation spatiale permettent de caractériser les aléas susceptibles d’avoir un impact dans un contexte donné.

Les aléas climatiques identifiés comme pouvant potentiellement affecter le projet Horne 5 (aléas retenus) dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 4-1. Ceux qui n’ont pas été considérés comme pouvant avoir un impact significatif dans le cadre de cette analyse (aléas rejetés) y sont également montrés. Les projections climatiques liées aux aléas retenus sont détaillées à la section 4.3.

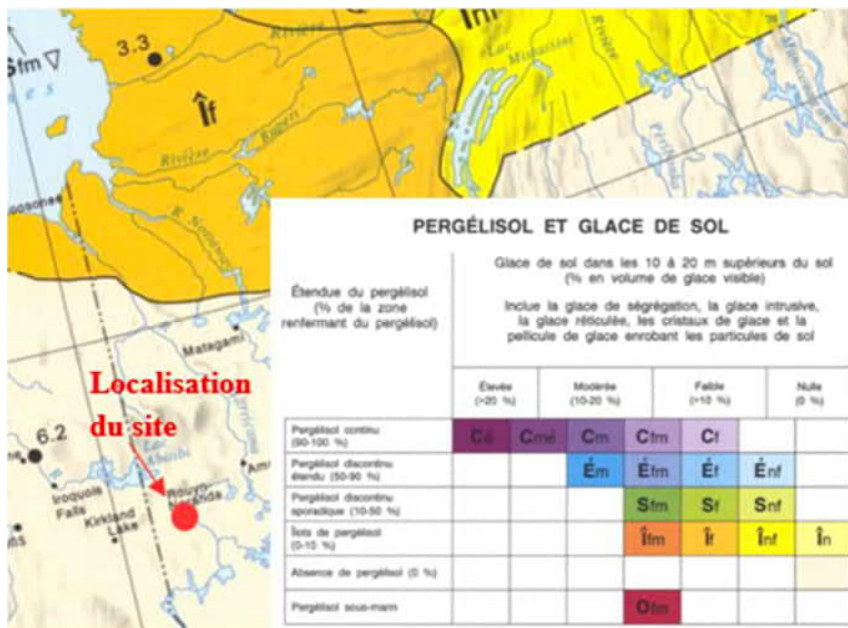
Tableau 4-1 Aléas climatiques retenus et rejetés

Aléas retenus	Précipitations extrêmes
	Épisodes de pluie verglaçante
	Canicules
	Cycles gel-dégel et redoux hivernaux
	Sècheresse et feux de forêt
	Vents violents et tempêtes avec activité orageuse
	Tempêtes de neige
	Allongement de la saison estivale
Aléas rejetés	Fonte du pergélisol
	Glissement de terrain
	L’inondation riveraine

Le rejet des aléas n’ayant pas été retenus dans le cadre de cette étude est justifié ci-dessous.

FONTE DU PERGÉLISOL

La fonte du pergélisol est l’un des enjeux liés aux changements climatiques les plus importants en milieu nordique en raison de la durabilité significativement restreinte des infrastructures construites au-dessus de zones composées de sol gelé. Un extrait de la carte de la répartition des zones de pergélisol au Canada (Figure 4-1) montre l’absence de pergélisol à proximité du site du projet. Cet aléa n’a donc pas été retenu pour la suite de l’analyse.



Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (1995).

Figure 4-1 Répartition des zones de pergélisol et localisation du site du projet

GLISSEMENT DE TERRAIN

Les glissements de terrain, bien qu'associés aux risques géomorphologiques et non climatiques, sont tout de même susceptibles d'être influencés par les changements climatiques. En effet, les facteurs déclencheurs ou aggravants des glissements de terrain comprennent, entre autres, les précipitations extrêmes ainsi que l'augmentation des précipitations annuelles totales, qui contribuent à l'augmentation de la hauteur des nappes phréatiques et la saturation des sols. Lors d'événements de précipitations extrêmes, les zones plus à risque sont celles avec une pente topographique plus importante. Les infrastructures du projet se situent majoritairement sur une topographie relativement plane avec un recouvrement de dépôts meubles généralement de faible épaisseur. Ainsi, cet aléa n'a pas été retenu dans le cadre de cette évaluation préliminaire. Falco prévoit de mener une analyse du potentiel de glissement de terrain pour les sites de chacune des composantes du projet dans le cadre de l'étude de résilience climatique qui sera réalisée lors de prochaines études.

INONDATION RIVERAINE

La majorité des infrastructures du projet se trouvent à proximité d'une des portions endiguées du lac Osisko, soit le bassin Nord-Osisko. Selon une image LiDAR du secteur (Figure 4-2), les altitudes du site du CMH5 et du lac Osisko sont respectivement de 295 et 288 mètres par rapport au niveau moyen de la mer (ministère des ressources naturelles et des forêts (MRNF), 2023). L'analyse des inondations historiques dans la région (Figure 4-3) montre qu'il y a eu une inondation au sud du lac Osisko en mai 2019 à la suite d'une pluie de 29,6 mm observée à la station Rouyn (ID climatique 7086716) (MSP, 2023). Cette inondation a eu lieu en bordure de la portion non-endiguée du lac, à environ 2 km au sud-ouest du CMH5. La zone inondée n'a qu'un mètre de différence d'élévation avec le lac Osisko et est donc plus à risque. En revanche, compte tenu de la distance du CMH5 et de la différence d'altitude (7 m), cet aléa n'a pas été retenu dans le cadre de cette évaluation préliminaire. Falco prévoit de mener une analyse du potentiel d'inondation riveraine pour les sites de chacune des composantes du projet dans le cadre de l'étude de résilience climatique qui sera réalisée lors de prochaines études.

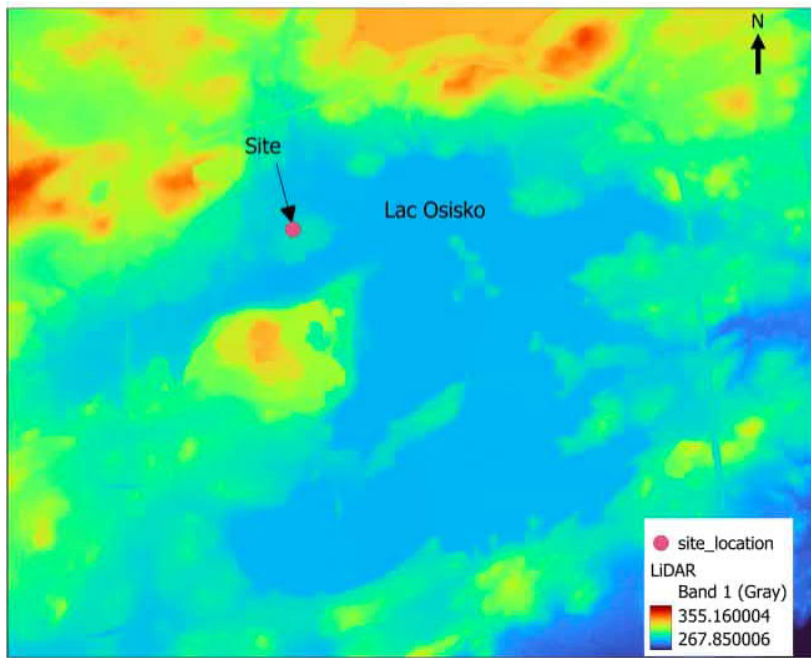


Figure 4-2 LiDAR du secteur du CMH5 (MRNF, 2023)

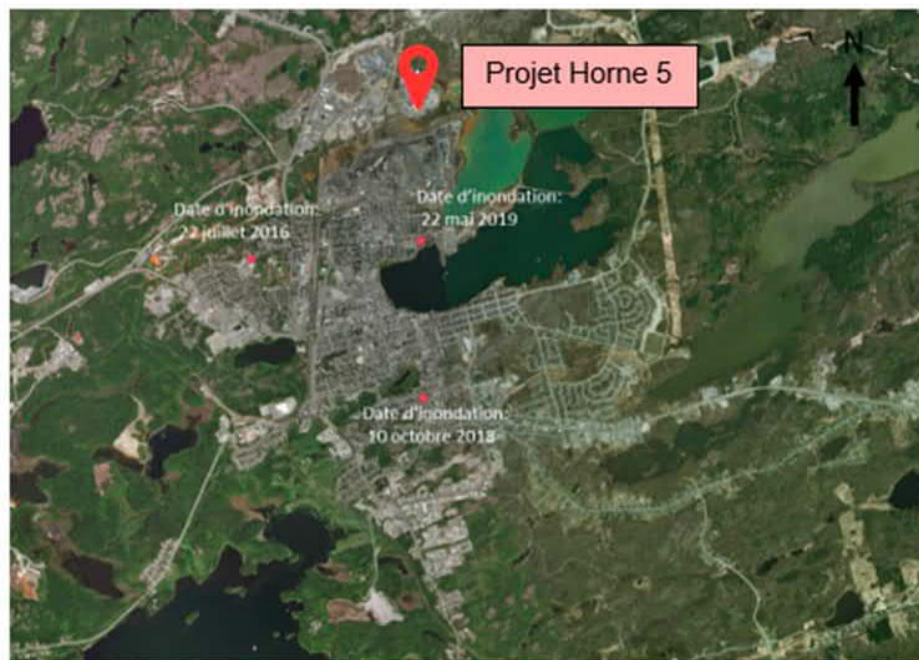


Figure 4-3 Inondations historiques documentées dans la région de Rouyn-Noranda (MSP, 2023)

4.2 PORTRAIT CLIMATIQUE ET TENDANCES ACTUELLES

Le climat dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue est considéré comme continental froid et humide puisque la température y demeure en moyenne sous le point de congélation de novembre à mars et puisqu'il est caractérisé par des précipitations régulières tout au long de l'année. L'été tempéré distingue la région du climat du nord de la province, avec une température moyenne supérieure à 10 °C de juin à septembre.

Plus particulièrement pour la zone du projet, le climat local peut être défini, suivant la classification de Köppen-Geiger, comme continental humide sans saison sèche. Selon les données de la station météorologique la plus proche (Mont-Brun) située à environ 27 km au nord-est du site de projet Horne 5, la température annuelle moyenne est d'environ 1 °C et les précipitations sont en moyenne de 985 mm, dont environ 28 % tombent sous forme de neige en hiver. En été, les températures atteignent en moyenne 15,5 °C. En hiver, les températures descendent jusqu'à -18,0 °C en moyenne. Les précipitations varient de 47,2 mm à 111,5 mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide (ECCC, 2023).

Depuis le début des relevés météorologiques, plusieurs événements extrêmes ont été recensés à la station Mont-Brun. Le Tableau 4-2 résume les principales valeurs maximales et minimales atteintes. En raison de données météorologiques éparses dans la zone d'étude régionale, les statistiques de plusieurs stations météorologiques ont été considérées. Les statistiques liées à la température et aux précipitations moyennes offrent un niveau de confiance élevé en raison de l'uniformité des changements associés. Il est cependant difficile de se fier aux statistiques d'épisodes de précipitations extrêmes en raison du caractère très local de ceux-ci.

Tableau 4-2 Évènements météorologiques extrêmes recensés à la station météorologique de Mont-Brun (1981-2010)

Évènement	Valeur
Record de température maximale	35,5 °C le 12 juillet 2005
Record de température minimale	-49,5 °C le 14 janvier 1995
Record du cumul journalier maximal de pluie	73,6 mm le 2 août 1988
Record du cumul journalier maximal de neige	30,4 cm le 15 février 1995
Couverture de neige au sol maximale	150 cm le 2 mars 2002

Source: ECCC (2023)

Sous l'influence des changements climatiques, certaines tendances sont déjà visibles dans les données d'observations de la période historique. Entre 1950 et 2013, la température moyenne annuelle a augmenté avec une tendance de +0,3 °C par décennie en moyenne (Figure 4-4a). Durant la même période, les précipitations annuelles ont augmenté légèrement d'environ +3,3 mm par décennie (Figure 4-4b).

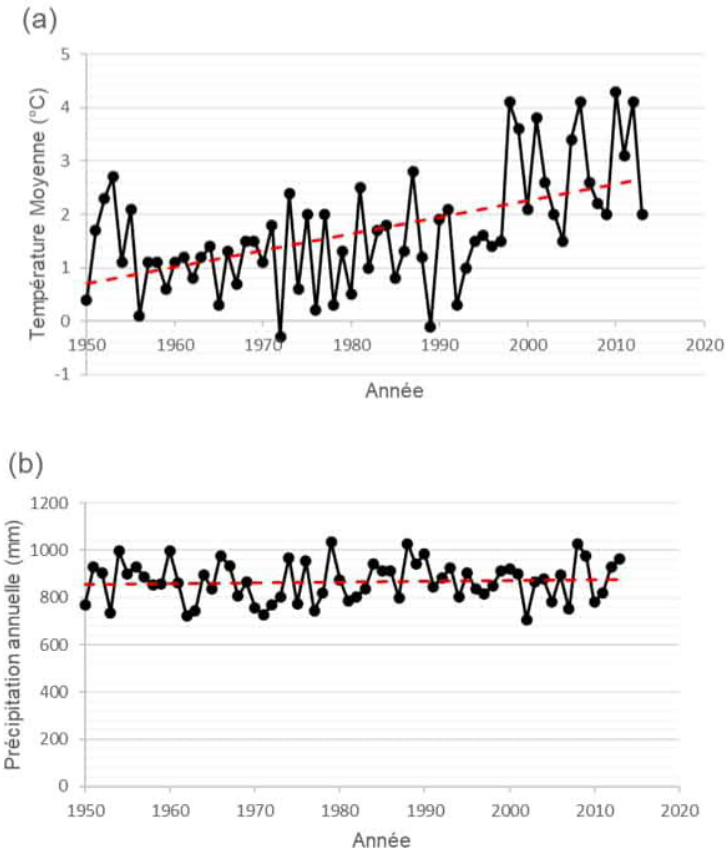


Figure 4-4 (a) Température moyenne et (b) Précipitations totales annuelles pour la période 1950-2013

Source: ECCC (2023), adapté par WSP

Parallèlement aux tendances moyennes, les données historiques montrent également que le nombre annuel de jours avec de fortes précipitations a déjà commencé à augmenter, quoiqu’il existe une grande variabilité interannuelle (c.-à-d. que les données ont une grande variation d’une année à l’autre). Toujours pour la période 1950-2013, le nombre de jours avec plus de 20 mm de précipitations augmente d’environ 0,3 par décennie (Figure 4-5).

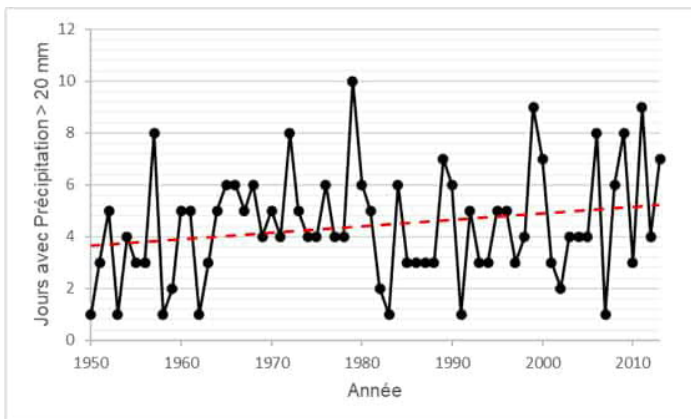


Figure 4-5 Nombre de jours avec des précipitations égales ou supérieures à 20 mm pour la période 1950-2013

Source: ECCC (2023), adapté par WSP

4.3 PROJECTIONS CLIMATIQUES DES ALÉAS RETENUS

Pour chaque aléa climatique retenu, l'évolution de plusieurs indicateurs climatiques est analysée selon le scénario « passif » et le scénario « actif » pour un horizon à court terme (voir le Tableau 2-5 pour l'intervalle retenu selon l'outil utilisé). Les indicateurs sélectionnés tendent à donner une représentation objective de l'évolution de la fréquence et de l'intensité de l'aléa climatique en question lorsque leurs tendances sont prises en compte simultanément. Cette section illustre comment la probabilité de chaque aléa pourrait évoluer selon les échelles définies au Tableau 2-1. Plus la tendance des indicateurs pris en considération est marquée, plus l'augmentation du pointage (score) de probabilité sera marquée par rapport à la situation actuelle. Les valeurs montrées entre crochets au Tableau 4-3 et suivants, correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution des différents modèles climatiques (5^e et 95^e centiles pour les projections des courbes IDF, section 4.3.1).

4.3.1 PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Les épisodes de précipitations extrêmes augmenteront en fréquence et en intensité sous l'influence des changements climatiques. Selon différentes périodes de retour, les épisodes extrêmes sur 24 heures et sur 15 minutes augmenteront en intensité selon les deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. D'un indicateur à l'autre, l'augmentation moyenne des épisodes extrêmes de précipitations sera de +9 % à 11% et 13% à 18% pour les scénarios de gaz à effet de serre SSP2-4.5 et SSP5-8.5, respectivement. L'augmentation des précipitations extrêmes est de 11% à 14% selon le standard CSA PLUS 4013:19, qui est basé sur une augmentation de 7% par degré de réchauffement en suivant la relation de Clausius-Clapeyron (CSA Group, 2019). Le nombre annuel de jours très pluvieux (c.-à-d. recevant plus de 20 mm en 24 heures) passera de quatre à cinq dans les prochaines décennies.

Tableau 4-3 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les précipitations extrêmes pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Nombre annuel de jours de précipitations recevant > 20 mm	4 [4; 5]	5 [4; 6]	5 [4; 6]	Modéré	Modéré
Maximum annuel de précipitations sur 24 h (mm)	35 [32; 39]	38 [35; 40]	38 [36; 39]	Modéré	Modéré
Cumul de précipitations sur 15 min, période de retour de 10 ans (mm)	23	25 [19; 29]	26 [20; 30]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 15 min, temps de retour de 50 ans (mm)	30	33 [24; 39]	35 [26; 42]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 10 ans (mm)	64	69 [55; 81]	73 [57; 86]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 50 ans (mm)	82	91 [67; 107]	99 [70; 116]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 100 ans (mm)	90	100 [73; 118]	106 [76; 129]	Haute	Haute

Source : Basé sur *DonnéesClimatiques.ca* (2023); *Simonovic et al.* (2022).

Note: * pour les valeurs de courbes IDF, la période historique est 1980-2021.

Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée et au 5^e et 95^e centiles pour les projections des courbes IDF.

4.3.2 ÉPISODES DE PLUIE VERGLAÇANTE

Les épisodes de pluie verglaçante sont difficiles à modéliser, ce qui a poussé Ouranos (2015) à conclure qu'ils ne semblent pas évoluer de façon significative. À l'échelle du Centre-Sud du Canada, Cheng et coll. (2012) ont conclu

que pour l'horizon 2046-2065, il y aurait une augmentation pour les mois de décembre à février de 70 à 100 % du nombre de jours avec des épisodes de pluie verglaçante par rapport à l'horizon 1961-2000 dans la région du centre de l'Ontario correspondant à la latitude du projet. Cette augmentation est beaucoup moins prononcée (5-15 %) pour les autres mois où ce phénomène météorologique survient, soit les mois de novembre, mars et avril. Plus récemment, une analyse de l'évolution des épisodes de précipitations mixtes (p. ex. : verglas, grésil) en utilisant des modèles régionaux arrive à une conclusion inverse, soit une très légère diminution des épisodes sur un horizon à long terme (2070-2099). Cette diminution est plus prononcée pour les épisodes de plus longue durée (Matte et coll., 2019). Néanmoins, **l'augmentation de la quantité de précipitations hivernales et la tendance de la température hivernale moyenne à se rapprocher du point de congélation laissent présager que les épisodes de pluie verglaçante seront effectivement plus fréquents** dans le futur à court terme, malgré une confiance relativement faible des projections de pluie verglaçante.

Tableau 4-4 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les épisodes de pluie verglaçante pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Précipitations hivernales moyennes (mm)	168 [131; 216]	180 [140; 230]	188 [143; 238]	Modérée	Modérée
Nombre annuel de jours de pluie verglaçante	2	n. d.	+70-100%	-	-
Température hivernale moyenne (°C)	-13,6 [-16,3; -11,0]	-11,7 [-14,1; -9,3]	-11,1 [-13,8; -8,7]	Très haute	Très haute

Source : Basé sur Cheng et al. (2012); DonnéesClimatiques.ca (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.3 CANICULES

Une canicule est plus couramment définie comme une période de minimum trois jours durant laquelle la température dépasse les 30 °C. Comme le montrent les projections climatiques résumées dans le Tableau 4-5, **les canicules deviendront plus fréquentes, plus intenses et plus longues** sous l'influence des changements climatiques. Le nombre annuel de jours dépassant les 30 °C sera multiplié par trois sans atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Le nombre de canicules passera de moins d'une à deux par an en moyenne et celles-ci dureront plus de trois jours comparativement à un jour dans le passé récent lorsqu'elles avaient lieu (c.-à-d. que certaines années n'avaient pas de canicules, donc 1,3 jour en moyenne annuelle). Ceci aura une incidence sur la demande en climatisation et sur l'exposition des matériaux et des travailleurs à la chaleur extrême, comme en témoigne l'augmentation anticipée du nombre de degrés-jours de refroidissement qui se sera compris entre +179 °C jours et +198 °C jours selon le scénario d'émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 4-5 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les canicules pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Température maximale moyenne en été (°C)	22,4 [20,7; 24,0]	24,1 [22,3; 26,0]	24,5 [22,6; 26,3]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours dépassant les 30°C	4,5 [0,4; 10,7]	11,6 [2,6; 22,4]	13,3 [3,6; 24,4]	Haute	Haute
Nombre annuel de vagues de chaleur	0,5 [0,0; 1,6]	1,5 [0,0; 3,6]	1,8 [0,1; 3,9]	Modérée	Haute
Durée moyenne des vagues de chaleur (jours)	1,3 [0,0; 4,2]	3,2 [0,1; 5,7]	3,4 [0,3; 5,9]	Modérée	Modérée
Degrés-jours de refroidissement (°C jours)	95 [48; 156]	179 [99; 278]	198 [109; 298]	Haute	Haute

Source : Basé sur DonnéesClimatiques.ca (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.4 CYCLES GEL-DÉGEL ET REDOUX HIVERNAUX

Sur l'année complète, le nombre de cycles gel-dégel est projeté de diminuer. Cependant, **le nombre de cycles gel-dégel durant les mois d'hiver (de décembre à février) passera de 8 à 13 épisodes d'ici 2050**. L'augmentation de 40 % des épisodes de cycles de gel-dégels hivernaux peut être expliquée par l'augmentation générale des températures qui diminuera les chances de gel au printemps et à l'automne et ramènera les températures proches des valeurs positives en hiver. Aussi, le nombre de jours de redoux hivernal (c.-à-d. jour durant lequel la température minimale est au-dessus de 0 °C pour la journée) semble rester stable à court terme.

Tableau 4-6 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les cycles gel-dégel et le redoux hivernal pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Température hivernale moyenne (°C)	-14,8 [-17,5; -12,0]	-12,4 [-15,6; -9,3]	-12,2 [-15,3; -9,1]	Très haute	Très haute
Nombre de cycles gel-dégel annuels	71 [57; 86]	66 [50; 83]	64 [49; 81]	Basse	Basse
Nombre de cycles gel-dégel hivernaux	8 [1; 22]	12 [2; 26]	13 [2; 29]	Modérée	Modérée
Nombre de jours de redoux hivernal	0 [0; 4]	1 [0; 6]	1 [0; 6]	Modérée	Modérée

Source : Basé sur DonnéesClimatiques.ca (2023); PCC (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.5 SÈCHERESSE ET FEUX DE FORÊT

Les conditions favorables au développement de la sécheresse sont étroitement liées aux températures élevées et à un manque de précipitations sur une période prolongée. Dans le passé récent, les épisodes de vague de chaleur n'ont pas été récurrents. Cela explique le fait que la moyenne historique de la durée de la plus longue vague de chaleur soit de 1,3 jour. Dans un futur à court terme, les vagues de chaleur seront plus récurrentes et elles pourront dépasser les trois jours consécutifs. Les périodes de sécheresse pourraient donc être significativement plus longues. Inversement, le nombre de jours cumulés de jours secs restera inaltérable sous l'effet des changements climatiques et stagnerait autour de 185 jours.

La région où se trouve le projet a été affectée par des feux de forêt dans les dernières décennies (Figure 4-6). L'indice forêt météo de la région présente des valeurs comprises entre 0 et 5, montrant un risque de feux relativement faible, mais non négligeable (Figure 4-7). La fumée des feux de forêt peut également affecter un projet.

La zone du projet est entourée de zones forestières, ce qui la rend plus exposée à l'occurrence de feux de forêt. Des résultats plus récents sur l'occurrence future des feux de forêt ont montré avec une bonne confiance que **la partie Est du Canada sera soumise à une multiplication par deux ou trois du nombre de jours secs et venteux propices au développement et la croissance de feux** (Wang et coll., 2017). De plus, ces feux pourraient décimer deux fois plus de surfaces boisées au Canada d'ici la fin du siècle en comparaison avec les dernières décennies (Flannigan, 2020). Il est cependant important de noter que la confiance donnée aux projections climatiques liées aux feux de forêt est modérée en raison des indicateurs climatiques utilisés et du niveau général d'incertitudes des projections analysées.

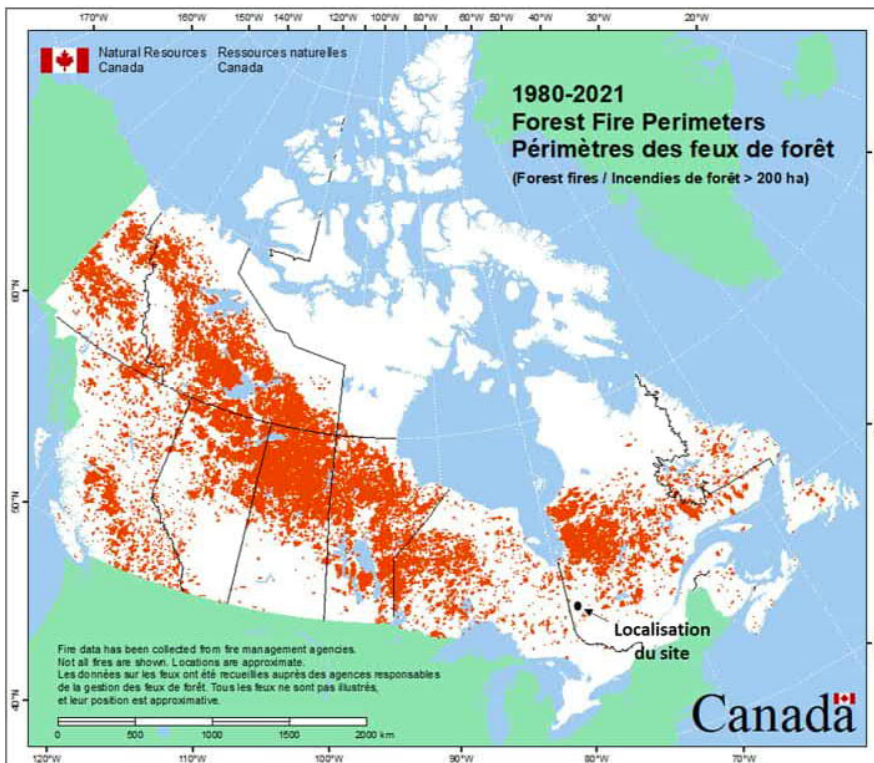


Figure 4-6 Feux de forêt de plus de 200 ha répertoriés au Canada pour la période 1980-2018

Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (2020).

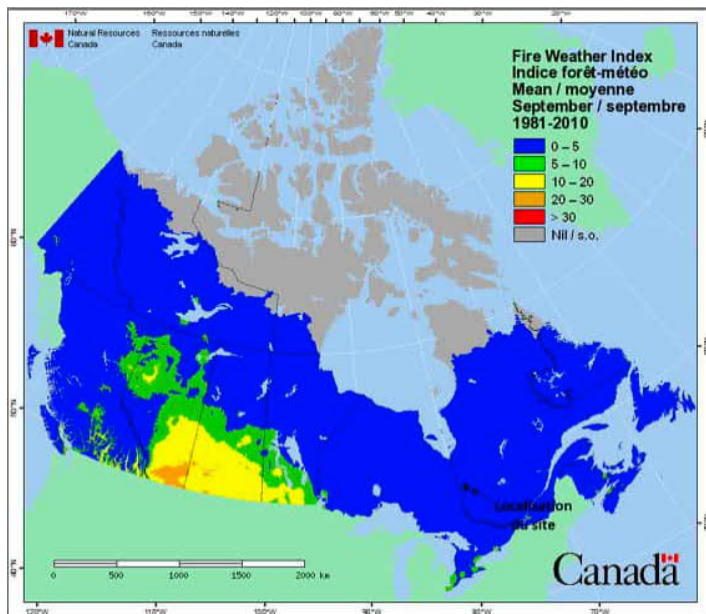


Figure 4-7 Indice forêt-météo moyen pour le mois de juillet au Canada entre 1980 et 2019

Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (2020).

Tableau 4-7 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant la sécheresse et les feux de forêt pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C	5 [0; 11]	12 [3; 22]	13 [4; 24]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours d'été (température > 25 °C)	33 [19; 48]	51 [32; 70]	54 [35; 72]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours secs (précipitations < 0.2 mm)	185 [168; 201]	185 [168; 201]	185 [170; 201]	Basse	Basse
La plus longue période de jours consécutifs avec une température maximale ≥ 30°C sur une année (jours)	1,3 [0,0; n.d.]	3,1 [0,5; 6,3]	3,5 [0,6; 7,4]	Haute	Haute
Future occurrence des feux de forêt	n. d.	n. d.	Multiplication du nombre de feux par 2 ou 3 d'ici 2100	-	-

Source : Basé sur PCC (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.6 VENTS VIOLENTS ET TEMPÊTES AVEC ACTIVITÉ ORAGEUSE

L'évolution des vents n'est pas précise pour le milieu du 21^e siècle. Cependant, certaines études réalisées pour le Québec montrent une réduction des vents en été pour la fin du 21^e siècle par rapport à la fin du 20^e siècle et une faible augmentation en hiver. Selon le scénario passif, une légère diminution du maximum horaire de la vitesse du vent est prévue. L'évolution des rafales est différente de l'évolution des vents moyens. Les rafales évoluent avec

l'activité cyclonique et convective d'une région. Les modélisations récentes de l'évolution du régime des vents pour le Canada (Cheng et coll., 2014) prévoient une augmentation de 25 à 30 % des rafales de 90 km/h pour la région comprenant l'Abitibi-Témiscamingue. Ceci porte à croire avec une confiance modérée **qu'il y aura une tendance à la hausse pour les différents indicateurs liés aux seuils de dommages visibles causés par les rafales** applicables aux infrastructures du projet (Gouvernement du Canada, 2018). Les données historiques de vent ne sont pas rendues disponibles par ECCC pour les environs de la zone du projet. Les données de la station météorologique de Rouyn (située à environ 2 km) sont considérées ici, bien que seules les informations sur les rafales soient comptabilisées et que les données couvrent de 1994 à 2023. La rafale la plus violente a été enregistrée le 29 juin 1999 avec une valeur de 130 km/h. **L'activité orageuse sera également à la hausse** dans la région où se trouve le projet, puisqu'il est prévu qu'il y aura une augmentation de +12 % du nombre annuel d'impacts de foudre pour chaque degré de réchauffement relativement à la température annuelle moyenne (Romps et coll., 2014). Cependant, aucune étude poussée n'a encore été faite pour le Québec.

Tableau 4-8 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les vents violents et les tempêtes avec activité orageuse pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif » *	Horizon 2050 Scénario « passif » *
Moyenne du nombre annuel de jours avec de la foudre	26,5	+12 % d'impacts par degré de réchauffement global		Modérée	Modérée
Maximum horaire de la vitesse du vent (km/h)	56	n. d.	-2 % en été +2 % en hiver	Modérée	Modérée
Nombre total de jours avec rafales > 110 km/h depuis 1951	2	+25 %	+30 %	Modérée	Modérée
Nombre total de jours avec rafales > 130 km/h depuis 1951	1			Modérée	Modérée

Source : Basé sur Cheng et al. (2014); DonnéesClimatiques.ca (2023); ECCC (2023); Gouvernement du Canada (2018); Gouvernement du Canada (2019); Romps et coll. (2014); Seneviratne et coll. (2012)

Note : * Bien qu'il y ait une tendance à la hausse des rafales de vent, le score de probabilité pour l'horizon à court terme ne peut pas être déterminé et donc reste identique à l'horizon historique.

4.3.7 TEMPÊTES DE NEIGE

Sous l'effet des changements climatiques avec une augmentation significative des températures, la durée de la période hivernale sera plus courte, ce qui a pour effet de modifier l'intensité et la fréquence des tempêtes de neige. Pourtant, le nombre de tempêtes de neige est régulier depuis le début des mesures (ECCC, 2023) et le plus gros cumul de neige en 24 heures a été de 30,4 cm le 15 février 1995 (valeur enregistrée à la station météorologique Mont-Brun). Les tendances pour les précipitations hivernales sous forme de neige sont à la hausse et vue la réduction du nombre de jours de gel, il semblerait que les épisodes de tempêtes de neige seront moins fréquents mais plus intenses.

Tableau 4-9 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les tempêtes de neige pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Précipitations annuelles sous forme de neige (cm)	266 [245,275]	260 [232; 273]	252 [241; 276]	Basse	Modérée
Nombre annuel de jours de gel	200 [187; 214]	180 [160; 198]	178 [158; 195]	Basse	Très basse
Précipitations totales sous forme de neige en hiver (cm)	156 [150,163]	164 [154,175]	167 [157,172]	Haute	Haute

Source : Basé sur Derksen et coll. (2019); ECCC (2023); PCC (2023); Ouranos (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.8 ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE

L'augmentation générale des températures contribuera à l'allongement de la saison estivale. En effet, la durée de la saison sans gel sera environ 25 % plus longue dans les prochaines décennies s'il n'y a pas d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. De plus, le nombre annuel moyen de jours d'été (avec des températures moyennes au-dessus de 25 °C) augmentera d'environ 18 à 21 jours. Cela aura un impact direct sur le nombre annuel de degrés-jours de chauffage qui pourrait diminuer d'environ 12 % dans un scénario sans atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 4-10 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant l'allongement de la saison estivale pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Durée de la saison sans gel (jours)	104 [82; 127]	126 [98; 156]	130 [104; 162]	Modérée	Haute
Nombre annuel de jours d'été (température > 25°C)	33 [19; 48]	51 [32; 70]	54 [35; 72]	Haute	Haute
Nombre annuel de degrés-jours de chauffage	6 062 [5 648; 6 480]	5 420 [4 875; 5 925]	5 351 [4 804; 5 866]	Très basse	Très basse

Source : Basé sur PCC (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^e et 90^e centiles de la distribution de la donnée.

4.4 ANALYSE D'EXPOSITION AUX ALÉAS RETENUS

Il s'agit ici de relier les aléas climatiques retenus comme pertinents pour le projet (Tableau 4-1) avec les tendances projetées des indicateurs climatiques présentées dans la section 4.3. Le Tableau 4-11 présente le pointage de probabilité pour chacun de ces aléas pour l'horizon court terme (2021-2050) en se basant sur une moyenne des pointages des indicateurs concernés pour le scénario passif (SSP5-8.5). Plus le pointage est élevé, plus l'augmentation de l'intensité ou de la fréquence des aléas en question augmentera sous l'influence des changements climatiques. Le code de couleurs correspond à celui défini dans le Tableau 2-1.

Tableau 4-11 Liens entre les aléas, les tendances des indicateurs climatiques et les pointages (score) de probabilité à court terme (2021-2050) pour le scénario passif (SSP5-8.5)

Aléa	Indicateur climatique	Score de probabilité moyen
Précipitations extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre annuel de jours de précipitations recevant > 20 mm - Maximum annuel de précipitations sur 24 h (mm) - Cumul de précipitations sur 15 min, période de retour de 10 ans (mm) - Cumul de précipitations sur 15 min, temps de retour de 50 ans (mm) - Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 10 ans (mm) - Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 50 ans (mm) - Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 100 ans (mm) 	Haute
Épisodes de pluie verglaçante	<ul style="list-style-type: none"> - Précipitations hivernales moyennes (mm) - Nombre annuel de jours de pluie verglaçante - Température hivernale moyenne (°C) 	Haute
Canicules	<ul style="list-style-type: none"> - Température maximale moyenne en été (°C) - Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C - Nombre annuel de vagues de chaleur - Durée moyenne des vagues de chaleur (jours) - Degrés-jours de refroidissement (°C jours) 	Haute
Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	<ul style="list-style-type: none"> - Température hivernale moyenne (°C) - Nombre de cycles gel-dégel annuels - Nombre de cycles gel-dégel hivernaux - Nombre de jours de redoux hivernal 	Modérée
Sécheresse et feux de forêt	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C - Nombre annuel de jours d'été (température > 25 °C) - Nombre annuel de jours secs (précipitations < 0.2 mm) - La plus longue période de jours consécutifs avec une température maximale ≥ 30°C sur une année (jours) - Future occurrence des feux de forêt 	Haute
Vents violents et activité orageuse	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne du nombre annuel de jours avec de la foudre - Maximum horaire de la vitesse du vent (km/h) - Nombre total de jours avec rafales > 110 km/h - Nombre total de jours avec rafales > 130 km/h 	Modérée
Tempêtes de neige	<ul style="list-style-type: none"> - Précipitations annuelles sous forme de neige (cm) - Nombre annuel de jours de gel - Précipitations totales sous forme de neige en hiver (cm) 	Faible
Allongement de la saison estivale	<ul style="list-style-type: none"> - Durée de la saison sans gel (jours) - Nombre annuel de jours d'été (température > 25°C) - Nombre de degrés-jours de chauffage 	Modérée

Quelques constats peuvent être tirés de ce pointage de probabilité :

- Les aléas climatiques liés à l'augmentation générale de la température (canicules, cycles de gel-dégel et redoux hivernal et sécheresse et feux de forêt) sont ceux qui seront les plus susceptibles d'augmenter dans les décennies à venir dans la région dans laquelle le projet se trouve.

- Les précipitations extrêmes, les épisodes de pluie verglaçante, les périodes caniculaires, et la sécheresse et les feux de forêt sont les aléas ayant obtenu le pointage de probabilité le plus élevé. Également liés à l'augmentation générale de la température, les cycles gel-dégel et le redoux hivernal ont obtenu un pointage de probabilité modéré. Bien qu'il y ait une tendance à la hausse des rafales de vent, le score de probabilité pour l'horizon à court terme ne peut pas être déterminé avec certitude et donc reste identique à l'horizon historique.
- L'occurrence de tempêtes de neige dans le futur dépend tant de l'augmentation de la température que des changements dans les régimes de précipitations. Malgré un pointage faible, cette tendance est à considérer prudemment : la diminution du nombre de jours de gel tendrait à faire diminuer le nombre de tempêtes de neige et à causer davantage de fortes pluies. En revanche, l'augmentation des précipitations hivernales et le nombre et l'intensité croissants des épisodes de fortes précipitations entraîneraient une augmentation du nombre et de l'intensité des tempêtes de neige. L'évolution du nombre de ces événements est incertaine, tandis qu'une tendance vers des épisodes plus intenses est probable. Il y aura possiblement des diminutions en termes d'accumulations de neige totales, mais les précipitations liquides en période hivernale devraient augmenter, provoquant un changement significatif du type de neige (pluie sur neige, neige humide). Il est difficile de prédire ce que cela entraînera pour les charges verticales, les besoins en déneigement/déglaçage et les dommages aux infrastructures.
- Alors que la majeure partie des aléas entraînera un risque pour le projet Horne 5, certains d'entre eux présenteront également des opportunités ou occasions à saisir (voir la section 6.4).

D'autres aléas évolueront selon des tendances contraires d'un indicateur climatique à un autre.

Il est important de noter ici que ces pointages de probabilité ne sont pas forcément représentatifs des impacts que les aléas climatiques auront sur le projet. L'évaluation de la vulnérabilité, incluant la sensibilité et la capacité d'adaptation de chaque composante, détaillera le niveau d'impact sur les infrastructures projetées.

5 ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJET

La vulnérabilité aux changements climatiques est le degré avec lequel un système (ici, les différentes infrastructures et éléments des composantes du projet) est susceptible ou incapable de faire face aux effets des changements climatiques (ici, les aléas climatiques retenus). La vulnérabilité est alors la combinaison entre la sensibilité et la capacité d'adaptation de chaque élément évalué. Le pointage de vulnérabilité a été déterminé en suivant le Tableau 2-2.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse s'est concentrée sur l'identification des composantes susceptibles d'être vulnérables aux aléas climatiques retenus (section 5.1) et des impacts potentiels de ces interactions (section 5.2). Une analyse préliminaire de la sensibilité et de la capacité d'adaptation a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail dans le cadre de cette étude. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

5.1 INTERACTIONS ENTRE LE PROJET ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Les aléas climatiques identifiés et analysés dans la section 4 n'interagissent pas de la même façon sur toutes les infrastructures et éléments du projet (listées dans la section 3.2). Le Tableau 5-1 montre les résultats de l'analyse oui/non (O/N) réalisée afin d'identifier les interactions entre les aléas et les infrastructures et éléments considérés dans le cadre de cette analyse. Si une interaction n'est pas prise en compte, cela ne signifie pas qu'elle n'existe pas : cette interaction est jugée négligeable et n'occasionnera que des conséquences mineures sur le projet Horne 5.

Étant donné que l'évaluation préliminaire se concentre sur les infrastructures et que les activités n'ont pas encore été prises en considération, les travailleurs ont été ajoutés comme une composante du projet pour cette étude afin de tenir compte de leur exposition aux changements climatiques et identifier si des mesures pourraient être à prévoir dans les prochaines étapes de développement du projet.

Tableau 5-1 Analyse oui/non (O/N) des interactions entre les aléas climatiques et les composantes du projet

Composantes du projet	Aléas climatiques							
	Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles gel-dégel et redoux hivernaux	Sécheresse et feux de forêt	Vents violents et tempêtes avec activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)	O	O	N	O	O	O	N	N
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)	O	O	O	O	O	O	O	O
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)	O	O	O	O	O	O	O	O
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	O	O	N	O	O	N	O	N
La conduite d'eau fraîche	O	O	N	O	O	N	O	N
Les travailleurs	O	O	O	O	O	O	O	O

5.2 LISTE DES IMPACTS POTENTIELS

Le Tableau 5-2 présente une liste d'impacts potentiels associés aux interactions retenues pour chacune des composantes évaluées. Les phases typiques d'exécution d'un projet (phase 1 – préparation et construction; phase 2 – exploitation; phase 3 – restauration et fermeture) pour lesquelles ces impacts pourraient être applicables sont également identifiées.

L'identification de ces impacts s'inspire du document *Analyse de risques et de vulnérabilités aux changements climatiques pour le secteur minier québécois* (URSTM, 2017) et des études de résilience climatique complétées par WSP pour des projets miniers similaires à travers la province. Les impacts potentiels identifiés ont été discutés avec Falco. Cette liste et l'analyse de sensibilité et de capacité d'adaptation ainsi que le pointage de vulnérabilité présentés dans les sections suivantes n'ont pas été revus en détail pour cette étude. Falco prévoit revoir les voir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

Tableau 5-2 Liste des impacts potentiels identifiés

Impact potentiel	Phase du projet ¹	Aléa climatique concerné							
		Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sécheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)									
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans la mine	2	Oui			Oui			
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	1,2				Oui			
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	1,2		Oui		Oui	Oui		
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)									
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	1,2		Oui				Oui	
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	1,2	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	1,2	Oui						
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	1,2,3	Oui						
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	1,2,3	Oui	Oui		Oui		Oui	

Impact potentiel	Phase du projet ¹	Aléa climatique concerné								
		Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale	
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	1,2	Oui	Oui				Oui		
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5	1,2	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	
12	Pannes de courant au CMH5	1,2		Oui			Oui	Oui		
13	Dommmages aux équipements électriques au CMH5	1,2		Oui			Oui	Oui		
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	1,2			Oui					Oui
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage(qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	2					Oui			
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)										
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2		Oui					Oui	
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe du bâtiment de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2	Oui							
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM (digues)	2	Oui			Oui				
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	2	Oui							
21	Déversement ou débordements accidentels depuis les digues des bassins ou les cellules aux IGRM	2	Oui							
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	2	Oui			Oui				

Impact potentiel	Phase du projet ¹	Aléa climatique concerné								
		Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale	
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	1,2,3	Oui							
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
26	Pannes de courant aux IGRM	1,2		Oui			Oui	Oui		
27	Dommmages aux équipements électriques aux IGRM	1,2		Oui			Oui	Oui		
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2			Oui					Oui
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	2					Oui	Oui		
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	2					Oui			
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation										
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	1,2	Oui			Oui				
32	Rupture des barrages de castors	2	Oui							
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
La conduite d'eau fraîche										
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	2	Oui			Oui				
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	

Impact potentiel	Phase du projet ¹	Aléa climatique concerné								
		Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sécheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale	
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
Les travailleurs										
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.)	1,2,3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	1,2,3			Oui					Oui
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	1,2		Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Occasions à saisir (opportunités)										
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	1,2								Oui
42	Économie d'énergie de chauffage	1,2				Oui				Oui
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	3								Oui
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	1,2	Oui							

(*) 1 = construction, 2 = exploitation, 3 = restauration et fermeture

5.3 SENSIBILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION

La sensibilité dépend de la possibilité qu'un aléa climatique soit d'une ampleur suffisante pour causer une interaction avec au moins une des composantes de l'infrastructure ou une des activités. Dans cette section, la sensibilité du projet liée à l'évolution des aléas précédemment identifiés est évaluée. La capacité d'adaptation est la capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents. La capacité d'adaptation peut réduire la vulnérabilité d'un projet à un impact potentiel.

Le Tableau 5-3 présenté ci-dessous résume le niveau de sensibilité et de capacité d'adaptation du projet Horne 5 pour chaque impact potentiel identifié à la section 5.2. Cette évaluation a été réalisée par WSP en prenant en compte les critères de conception à suivre dans le contexte minier en Abitibi-Témiscamingue et discuté avec Falco mais n'a pas été révisé en détail pour cette étude. Falco prévoit revoir les revoir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin

d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

Il est important de noter ici qu'une capacité d'adaptation haute réduit la vulnérabilité du projet à l'impact en question alors qu'une capacité d'adaptation basse augmente la vulnérabilité. Le code de couleurs adopté est alors cohérent avec ces notions et avec le Tableau 2-1.

Tableau 5-3 Sensibilité et capacité d'adaptation du projet sous l'influence des changements climatiques

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)			
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans la mine	Très basse Des infiltrations d'eau pourraient avoir lieu lors d'épisodes extrêmes de précipitations ou lors de la fonte rapide du manteau neigeux. Toutefois, la profondeur de la mine, ainsi que la faible perméabilité du roc diminuent la sensibilité.	Très haute Les infiltrations d'eau souterraine peuvent être gérées par le système de pompage de la mine dont les critères de conception peuvent être revus pour tenir compte les valeurs de précipitations extrêmes projetées lors de l'ingénierie de détail. Un plan d'urgence peut être mis en place.
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Haute Une mauvaise qualité de l'air causée par des feux de forêt peut avoir un impact sur la qualité de l'air dans la mine souterraine et pourrait perturber les opérations minières.	Basse Un plan d'urgence et un plan de suivi et d'entretien du système de ventilation peuvent être mis en place. Toutefois, une mauvaise qualité de l'air peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Haute En cas de panne d'électricité du système électrique principal, le système de secours pourrait fonctionner temporairement et assurer la sécurité des travailleurs. Toutefois, il n'assurerait pas la continuité de toutes les opérations minières.	Basse Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien du système électrique de secours peuvent être mis en place afin d'assurer son fonctionnement en cas de besoin. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique du système principal peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)			
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Basse Selon les données historiques et les projections climatiques, un dépassement des critères de conception du Code national du Bâtiment (NRC, 2020) est très peu probable.	Très haute L'enlèvement de la neige accumulée sur les toits est une mesure qui peut être mise en place lors d'une accumulation significative.
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	Modérée En cas d'événements climatiques extrêmes plus fréquents ou prolongés (par exemples, des précipitations extrêmes, vents violents, etc.), l'enveloppe du bâtiment et ses composantes peuvent subir une dégradation prématurée ou des dommages imprévus.	Haute L'inspection, l'entretien et les réparations régulières des composantes de l'enveloppe des bâtiments sont des mesures qui peuvent être mises en place. Un budget d'urgence pour effectuer les réparations ou les remplacements peut être prévu.
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Modérée Le seuil de précipitations cumulées sur une journée défini par le Code national du bâtiment (NRC, 2020) est similaire aux valeurs projetées pour 2021-2050. La capacité de drainage des toits risque d'être à la limite pour supporter des événements extrêmes de précipitations si les critères de conception définis dans le code national du bâtiment sont utilisés.	Très haute La conception du système de drainage des toitures peut être revue afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées des précipitations extrêmes, peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Basse Les valeurs de précipitations extrêmes journalières moyennes projetées dépassent les critères de conception recommandés par le document <i>Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009)</i> . Toutefois, un système de pompage est prévu et l'eau peut être acheminée ailleurs en cas de surcharge.	Haute Les critères de conception des infrastructures de gestion de l'eau du CMH5 peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Modérée Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée de la couche de roulement des chemins d'accès et du stationnement. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.	Haute L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Cependant, il faut prévoir une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations. Une maintenance préventive ou réactive suite à un événement exceptionnel peut facilement être mise en place.
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Basse En cas d'événements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes d'accessibilité au site puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. Le fait qu'il y ait plusieurs accès secondaires diminue la sensibilité à cet impact.	Haute Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains événements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut facilement être mise en place.
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	Modérée Les structures du chemin de fer sont constamment exposées aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (événement extrêmes) peut mener à une détérioration accélérée de la structure et ses composantes.	Haute Une surveillance et un entretien régulier des composantes est facile à mettre en place.
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5	Haute Certains équipements sont constamment exposés aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (événements extrêmes) peut mener à une détérioration accélérée des machines/équipements.	Haute L'entretien régulier des machines/équipement plus exposés aux intempéries peut prolonger leur durée de vie. Les inspections régulières permettent de détecter les détériorations ou les bris avant qu'elles n'entraînent des conséquences sur les opérations ou l'environnement.
12	Pannes de courant au CMH5	Haute L'apport en électricité se fait par une ligne électrique à ciel ouvert fournie par Hydro-Québec. De telles lignes sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques (comme la pluie verglaçante, les feux de forêt, les vents violents). En cas d'interruption temporaire de ce service, les groupes électrogènes diesel de secours pourront être utilisés pour un temps limité comme distribution d'électricité, afin d'assurer le fonctionnement des systèmes essentiels sur le site.	Basse Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien du système électrique d'urgence peuvent être mis en place. Le site étant facilement accessible, il pourrait être simple et rapide d'ajouter une génératrice temporaire ou de faire livrer du carburant au site. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Haute Les principales infrastructures d'alimentation électrique (lignes aériennes, sous-station électrique) sont exposées aux conditions météorologiques extrêmes, telles que le verglas et les forts vents.	Basse La réparation des équipements peut être coûteuse, surtout lorsqu'il s'agit de dégâts soudains et imprévisibles. L'équipement est conçu pour des conditions météorologiques mais pas nécessairement pour des conditions extrêmes. Des inspections régulières après des événements extrêmes peuvent être effectuées.
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Haute D'ici les prochaines décennies, le besoin en énergie pour la climatisation sera d'environ deux fois plus que présentement.	Très haute L'augmentation de la capacité de climatisation peut être réalisée lors de l'ingénierie de détail.
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Modérée L'eau recueillie en surface du CMH5 sera collectée dans les étangs de drainage et alimentera une partie des besoins en eau de l'usine de traitement du minéral.	Modérée En cas de réduction d'apport en eau provenant des étangs de drainage, d'autres sources pourraient être utilisées pour maintenir les opérations. Des sources alternatives pourraient être identifiées et des ajustements au plan de gestion de l'eau considérés lors de l'ingénierie de détail.
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)			
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Basse Selon les données historiques et les projections climatiques, un dépassement des critères de conception du Code national du bâtiment (NRC, 2020) est très peu probable.	Très haute L'enlèvement de la neige accumulée sur les toits est une mesure qui sera mise en place lors d'une accumulation significative.
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	Modérée En cas d'événements climatiques extrêmes plus fréquents ou prolongés (par exemples, des précipitations extrêmes, vents violents, etc.), l'enveloppe du bâtiment et ses composantes peuvent subir une dégradation prématurée ou des dommages imprévus.	Haute L'inspection, l'entretien et les réparations régulières des composantes de l'enveloppe des bâtiments sont des mesures qui peuvent être mises en place. Un budget d'urgence pour effectuer les réparations ou les remplacements peut être prévu.
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Modérée La capacité de drainage des toits défini par le Code du bâtiment (NRC, 2020) risque d'être à la limite pour supporter des événements extrêmes de précipitations si les critères de conception définis dans le code national du bâtiment sont utilisés.	Très haute La conception du système de drainage des toitures peut être revue afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées des précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	Haute Les digues ont été conçues pour pouvoir gérer une crue correspondant aux conditions climatiques des prochaines décennies. Cependant, les structures de confinement sont constamment exposées aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (événements extrêmes) peut mener à une détérioration prématurée ou des dommages imprévus.	Très haute Les critères de conception des structures de confinement respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. La fréquence des inspections et de l'entretien ainsi que des réparations régulières sont des mesures qui peuvent être mises en place en plus des inspections, audits, etc. et le plan d'intervention d'urgence déjà prévus .

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Basse La capacité des bassins est prévue pour pouvoir gérer une crue correspondant aux conditions climatiques des prochaines décennies.	Haute Les critères de conception des ouvrages de retenue respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. La hauteur de revanche du bassin interne est de 1,5 m tandis que celle du bassin de polissage est de 1,0 m (Revanche plus basse pour le bassin de polissage justifiée par le fait que l'eau aura été traitée avant d'y être stockée.
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Haute Le déversement ou débordement accidentel pourrait engendrer des dommages significatifs à l'environnement. Toutefois, la conception des IGRM et le plan de gestion des résidus incluent des mesures visant à les éviter.	Haute Les critères de conception des ouvrages de retenue respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. De plus, un plan de surveillance opérationnelle et un plan d'intervention en cas d'urgence sont prévus.
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Haute La capacité de stockage des IGRM permet de gérer une crue de projet qui tient compte des changements climatiques et l'usine de traitement des eaux est conçue pour une année climatique humide. Toutefois le plan de gestion de l'eau est basé sur un bilan d'eau pour une année climatique moyenne définie sur la base des données climatiques historiques, alors plus d'eau pourrait devoir être traitée et rejetée à l'environnement si la tendance des précipitations est à la hausse.	Haute Les critères de conception des IGRM, la capacité de l'usine de traitement des eaux et le plan de gestion des eaux peuvent être revus pour gérer un bilan d'eau tenant compte des changements climatiques lors de l'ingénierie de détail.
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Modérée Les valeurs de précipitations extrêmes journalières moyennes projetées dépassent les critères de conception recommandés par le document <i>Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009)</i> .	Haute Les critères de conception des infrastructures de gestion de l'eau des IGRM peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
24	Détérioration des chemins d'accès aux IGRM	Modérée Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée de la couche de roulement des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.	Haute L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Cependant, il faut prévoir une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations. Une maintenance préventive ou réactive suite à un événement exceptionnel peut facilement être mise en place.
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Modérée En cas d'événements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes potentielles d'accessibilité au site puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles.	Haute Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains événements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut être facilement être mise en place.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
26	Pannes de courant aux IGRM	Modérée L'apport en électricité se fait par une ligne électrique à ciel ouvert fournie par Hydro-Québec. De telles lignes sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques (comme la pluie verglaçante, les feux de forêt, les vents violents). En cas d'interruption temporaire de ce service des équipements sont prévus pour les systèmes essentiels.	Modérée Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien des équipements d'urgence peuvent être mise en place. Au besoin, le nombre de génératrices et la capacité de stockage de combustible peut être augmenté au besoin. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique peut perturber les opérations et entraîner une fermeture temporaire.
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Haute Les principales infrastructures d'alimentation électrique (lignes aériennes) sont exposées aux conditions météorologiques extrêmes, telles que le verglas et les forts vents.	Basse La réparation des équipements peut être coûteuse, surtout lorsqu'il s'agit de dégâts soudains et imprévisibles. L'équipement est conçu pour des conditions météorologiques mais pas nécessairement pour des conditions extrêmes. Des inspections régulières après des événements extrêmes peuvent être effectuées.
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute D'ici les prochaines décennies, le besoin en énergie pour la climatisation sera d'environ deux fois plus que présentement.	Très haute L'augmentation de la capacité de climatisation peut facilement être réalisée lors de l'ingénierie de détail.
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	Haute L'érosion éolienne est un phénomène naturel entraînant le déplacement de particules. L'action de vents forts et de la sécheresse peut accroître ce phénomène sur les parcs à résidus miniers. Une telle situation pourrait être problématique si les particules atteignent les zones habitées. Le respect des normes en vigueur doit être démontré par modélisation de la dispersion atmosphérique. Toutefois, celle-ci est basée sur des données historiques et ne tient pas compte des changements climatiques.	Modérée La modélisation de la dispersion atmosphérique peut être revue en tenant compte des changements climatiques. Un programme de suivi de la qualité de l'air et des mesures pour limiter les émissions à l'atmosphère peuvent également être planifiés à
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Modérée L'eau du bassin interne et à l'occasion, du bassin de polissage alimentera les besoins une partie des besoins en eau de l'usine de traitement du minerai.	Modérée En cas de réduction d'apport en eau provenant des bassins aux IGRM, d'autres sources pourraient être utilisées pour maintenir les opérations. Des sources alternatives pourraient être identifiées et des ajustements au plan de gestion de l'eau considérés lors de l'ingénierie de détail.

Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation			
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	<p>Haute</p> <p>Une augmentation des précipitations peut entraîner une augmentation des niveaux d'eau et causer une détérioration des fondations ou des structures de support des conduites.</p>	<p>Haute</p> <p>Les critères de conception des fondations et structures de support des conduites peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations et l'augmentation des niveaux d'eau peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail. L'inspection, l'entretien et les réparations régulières sont des mesures qui peuvent être mises en place, en plus du plan d'intervention d'urgence.</p>
32	Rupture des barrages de castors	<p>Basse</p> <p>Une grande quantité d'eau est présente en amont du fait de la présence de barrages de castors. En cas de bris de barrage, une grande quantité d'eau peut être déversée en aval. Les précipitations extrêmes peuvent entraîner de grandes quantités d'eau qui peuvent compromettre la structure des barrages de castors.</p>	<p>Très haute</p> <p>Les barrages d'importance peuvent être préalablement identifiés et leur inspection inclus dans le plan de suivi des conduites.</p>
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	<p>Basse</p> <p>Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée des routes et des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles. De plus, il existe des alternatives faciles pour accéder aux conduites r.</p>	<p>Très haute</p> <p>L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Il est possible qu'une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations soit nécessaire. Une maintenance préventive ou réactive suite à un événement exceptionnel peut facilement être mise en place. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.</p>
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	<p>Basse</p> <p>En cas d'évènements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes potentielles d'accessibilité puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. De plus, il existe des alternatives faciles pour accéder aux conduites.</p>	<p>Très haute</p> <p>Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains événements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.</p>
La conduite d'eau fraîche			
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	<p>Basse</p> <p>Une précipitation extrême (causant l'érosion du sol, l'instabilité de pente, etc.) ou les cycles gel-dégel (causant des mouvements de masse) pourrait entraîner des modifications des surfaces et des profils des sols qui pourraient causer des bris de la conduite. Cependant, la nature des dépôts de surface de la région font que la région est peu encline aux mouvements de sol.</p>	<p>Très haute</p> <p>L'inspection, l'entretien et les réparations régulières sont des mesures faciles à mettre en place.</p>

36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche	<p style="text-align: center;">Modérée</p> <p>Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée des routes et des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.</p>	<p style="text-align: center;">Haute</p> <p>L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Il est possible qu'une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations soit nécessaire. Une maintenance préventive ou réactive suite à un événement exceptionnel peut facilement être mise en place. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.</p>
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	<p style="text-align: center;">Modérée</p> <p>En cas d'événements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes d'accessibilité puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles.</p>	<p style="text-align: center;">Très haute</p> <p>Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains événements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut être mise en place. Les inspections peuvent être réalisées en véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.</p>
Construction, opération et entretien			
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	<p style="text-align: center;">Très haute</p> <p>Les opérations minières présentent déjà plusieurs risques en raison de la nature du travail, lesquels pourraient, dans certaines circonstances, croître avec les conditions climatiques futures. Des événements extrêmes pourront avoir lieu plus régulièrement dans le climat futur, tels que les vagues de chaleur, les précipitations extrêmes et les feux de forêt. Ceux-ci pourront avoir un impact sur les opérations et sur la productivité au travail.</p>	<p style="text-align: center;">Haute</p> <p>Des mesures de sensibilisation, formation et prévention sur le travail en conditions extrêmes pour les travailleurs peuvent être mises en place. Des mesures peuvent également être mises en place pour le rythme et la productivité du travail, telles que la modification de la programmation de certaines activités et l'ajustement du système de rotation des travailleurs. Le plan d'urgence peut également être adapté pour tenir compte des événements climatiques extrêmes.</p>
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	<p style="text-align: center;">Basse</p> <p>L'augmentation générale des températures coïncide généralement avec une recrudescence de maladies vectorielles, cela pourrait toucher davantage les travailleurs à l'extérieur.</p>	<p style="text-align: center;">Haute</p> <p>Le Québec entreprend déjà des campagnes de prévention et les normes/habitudes de santé publique sont communiquées et peuvent facilement être mise en place auprès des employés. De la sensibilisation additionnelle peut très facilement être mise en place en cas d'année particulièrement active.</p>
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	<p style="text-align: center;">Modérée</p> <p>Les événements extrêmes pourraient se produire plus régulièrement dans le climat futur. Dans de nouvelles conditions climatiques, la programmation de certaines activités extérieures (ex. : la construction) pourrait être affectée, ce qui pourrait notamment causer des délais imprévus.</p>	<p style="text-align: center;">Haute</p> <p>La planification des activités peut être révisée en fonction des conditions météorologiques à court terme. L'utilisation du service de prévisions météorologiques d'Environnement et Changement climatique Canada peut aider à la planification.</p>

Occasions à saisir			
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (particulièrement à l'extérieur)	<p>Basse</p> <p>Certaines activités pourraient bénéficier d'une saison de travail plus longue.</p>	<p>Très haute</p> <p>Pour certaines activités, il peut être possible de planifier un calendrier plus étendu. Il est toutefois important de noter que certaines tâches sont plus faciles à réaliser en hiver.</p>
42	Économie d'énergie de chauffage	<p>Basse</p> <p>Une capacité de chauffage suffisante permet aux employés de travailler efficacement. Dans un avenir futur, sous l'effet des changements climatiques, le nombre annuel de degrés-jours de chauffage pourrait diminuer d'environ 12 %.</p>	<p>Très haute</p> <p>Avoir un système de chauffage réglé sur des périodes moins froides est un avantage et il est facile à mettre en place.</p>
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	<p>Haute</p> <p>Un prolongement de la saison estivale peut contribuer à une accélération de la végétalisation prévue dans le cadre de réhabilitation des sites.</p>	<p>Très haute</p> <p>La prise en compte de cette accélération dans le calendrier est un avantage. Il est également facile de changer d'espèce pour que la végétation soit mieux adaptée aux futures conditions climatiques.</p>
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	<p>Modérée</p> <p>Une augmentation des précipitations pourrait réduire les besoins en eau fraîche.</p>	<p>Haute</p> <p>Bien qu'une augmentation des précipitations puisse réduire les besoins en eau fraîche, il est nécessaire que l'infrastructure de gestion des eaux ait la capacité de gérer cette eau supplémentaire.</p>

5.4 POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ

Le recoupement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation du Tableau 5-3 donne la vulnérabilité (Tableau 5-4) selon la matrice d'évaluation de la vulnérabilité (Tableau 2-2).

Tableau 5-4 Pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel identifié

Impact potentiel		Vulnérabilité
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)		
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Très basse
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Haute
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Haute
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)		
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Très basse
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	Basse
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Basse
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Très basse
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Basse
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Très basse
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	Basse
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5	Modérée
12	Pannes de courant au CMH5	Haute
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Haute
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Basse
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Basse
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)		
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Très basse
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au IGRM	Basse
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Basse
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	Basse
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Très basse
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Modérée
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Modérée
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Basse
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Basse
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Basse
26	Pannes de courant aux IGRM	Basse
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Haute

Impact potentiel		Vulnérabilité
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Basse
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	Modérée
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Basse
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation		
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Modérée
32	Rupture des barrages de castors	Très basse
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	Très basse
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Très basse
La conduite d'eau fraîche		
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Très basse
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Basse
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Basse
Construction, opération et entretien		
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	Modérée
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Très basse
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout à l'extérieur)	Basse
Occasions à saisir		
41	Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue	Très basse
42	Économie d'énergie de chauffage	Très basse
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Basse
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Basse

6 ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES

Par définition, la notion de risque représente des pertes potentielles humaines, des cas de blessures ou des dommages (voire des destructions) d'actifs que pourraient subir un système, une société ou une communauté au cours d'une période spécifique, déterminée de manière probabiliste en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation. Les risques liés au climat et aux conditions météorologiques ont été identifiés en examinant la documentation disponible et pertinente sur le projet et en se basant sur l'avis d'experts et l'expérience acquise lors de projets similaires passés. Dans le cadre de cette analyse, le risque est le produit de la probabilité et de la sévérité des impacts. En tant que tel, il s'agit du risque climatique et météorologique qui existe avant d'envisager tout type de résilience ou de mesures d'atténuation qui ne sont pas encore prévues lors de la construction et des opérations du projet. Tout comme les étapes précédentes, l'évaluation des risques climatiques a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

6.1 PROBABILITÉ DES IMPACTS

La probabilité des impacts est obtenue en croisant la probabilité de changement des aléas climatiques concernés (Tableau 5-2) avec la vulnérabilité du projet à l'impact en question (Tableau 5-4) selon la matrice d'évaluation de la probabilité des impacts (Tableau 2-3). L'exposition aux aléas climatiques est donnée par le pointage (score) de probabilité de changement maximal parmi les aléas causant l'impact potentiel (Tableau 4-11) et la vulnérabilité est donnée par le Tableau 5-4.

Le Tableau 6-1 montre le pointage de probabilité de chaque impact.

Cette évaluation a été réalisée par WSP mais n'a pas été revue par Falco pour cette étude. Ces résultats sont considérés dans la suite de l'analyse, afin d'identifier les niveaux de risque qui y correspondent.

Tableau 6-1 Pointage de probabilité de chaque impact potentiel identifié

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)				
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Haute	Très basse	Basse
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Haute	Haute	Haute
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Haute	Haute	Haute
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)				
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Haute	Très basse	Basse
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	Haute	Basse	Modérée
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Haute	Basse	Modérée
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Haute	Très basse	Basse
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Haute	Basse	Modérée
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Haute	Très basse	Basse
10	Détérioration des structures du chemin de fer	Haute	Basse	Modérée

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5	Haute	Modérée	Haute
12	Pannes de courant au CMH5	Haute	Haute	Haute
13	Dommmages aux équipements électriques au CMH5	Haute	Haute	Haute
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Haute	Basse	Modérée
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Haute	Basse	Modérée
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)				
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Très basse	Basse
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Haute	Très basse	Basse
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
26	Pannes de courant aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
27	Dommmages aux équipements électriques aux IGRM	Haute	Haute	Haute
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Haute	Basse	Modérée
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation				
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Haute	Modérée	Haute
32	Rupture des barrages de castors	Haute	Très basse	Basse
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	Haute	Très basse	Basse
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Haute	Très basse	Basse
La conduite d'eau fraîche				
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Haute	Très basse	Basse

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Haute	Basse	Modérée
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Haute	Basse	Modérée
Construction, opération et entretien				
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	Haute	Modérée	Haute
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Haute	Très basse	Basse
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	Haute	Basse	Modérée
Occasions à saisir				
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	Modérée	Très basse	Basse
42	Économie d'énergie de chauffage	Modérée	Très basse	Basse
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Modérée	Basse	Basse
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Haute	Basse	Modérée

6.2 SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

La sévérité est évaluée selon trois axes : économique, humain et environnemental. La sévérité de l'impact en question est alors la sévérité maximum des trois axes, dans le but de garder une approche conservatrice et de ne pas écarter certains risques. Le Tableau 6-2 montre le pointage de sévérité de chaque impact. Cette évaluation a été réalisée par WSP mais n'a pas été revue par Falco pour cette étude. Le raisonnement de la sévérité des conséquences pour chaque axe est détaillé à l'annexe A.

De ces pointages, le niveau de risque lié à chaque impact peut être identifié à la section suivante.

Tableau 6-2 Pointage de sévérité pour chaque impact potentiel identifié

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)					
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Faible	Très faible	Très faible	Faible
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Faible	Moyenne	Très faible	Moyenne
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Faible	Faible	Très faible	Faible
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)					
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Très faible	Faible	Très faible	Faible
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Faible	Très faible	Très faible	Faible

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Faible	Très faible	Très faible	Faible
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5	Faible	Faible	Faible	Faible
12	Pannes de courant au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Faible	Moyenne	Faible	Moyenne
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)					
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Très faible	Faible	Très faible	Faible
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Faible	Très faible	Très faible	Faible
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Faible	Faible	Faible	Faible
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Faible	Très faible	Très faible	Faible
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
26	Pannes de courant aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
29	Érosion éolienne des résidus du parc aux IGRM	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Faible	Moyenne	Faible	Moyenne
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation					
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus et d'eau de recirculation	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
32	Rupture des barrages de castors	Faible	Faible	Faible	Faible
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Faible	Très faible	Très faible	Faible
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Faible	Faible	Très faible	Faible
La conduite d'eau fraîche					
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Faible	Faible	Très faible	Faible
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Faible	Très faible	Très faible	Faible
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Faible	Faible	Très faible	Faible
Les travailleurs					
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accident de travail, perturbations des opérations, etc.	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Très faible	Faible	Très faible	Faible
40	Augmentation de l'imprévisibilité conditions climatiques (surtout pendant la construction)	Faible	Faible	Très faible	Faible
Occasions à saisir					
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
42	Économie d'énergie de chauffage	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif

6.3 POINTAGE DE RISQUE

Cette section présente le pointage de risque des impacts identifiés comme étant pertinents au projet. Il est important de rappeler que dans le cadre de ce travail, le risque est calculé comme le produit de probabilité (voir la section 6.1) et de la sévérité (voir la section 6.2) des impacts lors de l'occurrence d'un ou plusieurs aléas climatiques. Pour ce faire, la matrice d'évaluation du niveau de risque climatique (Tableau 2-4) a été utilisée. Le niveau de risque évalué pour les impacts potentiels identifiés antérieurement sont présentés au Tableau 6-3..

Tableau 6-3 Liste des niveaux de risque évalués pour les impacts potentiels identifiés

Niveau de risque	Urgence de mise en place de mesures	Impacts potentiels
Très élevé	Mesures de contrôle immédiates requises	<i>Aucun impact identifié</i>
Élevé	Mesures de contrôle requises en priorité	2 – Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5
		21 – Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM
		29 – Érosion éolienne des résidus aux IGRM
Modéré	Certaines mesures de contrôle sont requises pour réduire le niveau de risque	3 – Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5
		11 – Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaisseurs, cuves, etc.) au CMH5
		12 – Pannes de courant au CMH5
		13 – Dommages aux équipements électriques au CMH5
		15 – Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)
		20 – Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM
		22 – Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM
		27 – Dommages aux équipements électriques aux IGRM
Faible	Mesures de contrôle probablement non requises sur le court terme (conception/ avant construction), mais elles pourraient être considérées dans le moyen et long terme pour maximiser la résilience climatique du projet	1 – Infiltrations d'eau extrême dans la mine
		4 – Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5
		6 – Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5
		7 – Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5
		8 – Détérioration des chemins d'accès et du stationnement au CMH5
		9 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5
		14 – Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5
		16 – Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM
		18 – Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM
		23 – Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM
		24 – Détérioration des chemins d'accès aux IGRM
		25 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM
		26 – Pannes de courant aux IGRM
		28 – Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM
32 – Rupture de barrages de castors		

Niveau de risque	Urgence de mise en place de mesures	Impacts potentiels
		33 – Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien
		34 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)
		35 – Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche
		36 – Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche
		37 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)
		39 – Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs
		40 – Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)
Négligeable	Évènement ne requérant pas une considération supplémentaire	<i>Aucun impact identifié</i>
Opportunité	Impact positif	41 – Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)
		42 – Économie d'énergie de chauffage
		43 – Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration
		44 – Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche
À compléter	S.O.	5 – Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5
		10 – Détérioration des structures de chemine de fer au CMH5
		17 – Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM
		19 – Détérioration des structures de confinement aux IGRM
		31 – Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
		38 – Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbation des opérations etc.

6.4 OCCASION À SAISIR

Bien que les discussions sur la résilience climatiques se concentrent souvent sur les impacts négatifs des changements climatiques, de nouvelles conditions climatiques peuvent également présenter des occasions à saisir. Les occasions à saisir identifiées dans le cadre de cette étude, sont présentés comme des impacts positifs dans la section précédente.

7 ATTÉNUATION DU NIVEAU DE RISQUE

Le niveau de risque évalué dans la section précédente ne prend pas en compte toutes les mesures d'adaptation et de contrôle prévues par Falco, ni celles qui pourraient être mises en place si jugé nécessaire. En effet, certaines mesures pourraient potentiellement permettre au niveau de risque de diminuer de manière significative. Des exemples de telles mesures sont présentées à la section 7.1.

Il est à noter qu'il s'agit de mesures génériques qui ne sont pas développées spécifiquement pour le projet Horne 5 et que certaines sont déjà prévues par Falco.

Falco prévoit revoir l'analyse du niveau de risque et l'évaluation préliminaire de la résilience du projet avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

7.1 EXEMPLES DE MESURES POUVANT ÊTRE MISES EN PLACE AU BESOIN

Les mesures d'adaptation et de contrôle présentées ont été regroupées en cinq grandes catégories : (i) les mesures de planification, (ii) la mise en place de processus, (iii) les initiatives de communication, (iv) les actions physiques et (v) les études supplémentaires. Ces catégories sont constituées d'étapes, de mise en œuvre et d'exigences qui diffèrent. La description du processus de mise en œuvre de chaque catégorie ne fait pas partie de la présente étude, mais chaque mesure est rattachée à certains risques qu'elle peut réduire de manière significative.

MESURES DE PLANIFICATION



Une mesure de planification est toute mesure qui aurait un impact sur le processus de planification qui exigerait des mises à jour des politiques ou des plans d'action déjà existants sur le site.

MISE EN PLACE DE PROCESSUS (OPÉRATIONS, ENTRETIEN, SURVEILLANCE)



La mise en place de processus englobe toute mesure qui pourrait influencer ou avoir un impact sur un processus interne actuel, ou qui exigerait qu'un nouveau processus soit établi pour soutenir certaines initiatives futures. Cela inclut les opérations, l'entretien et la surveillance.

INITIATIVES DE COMMUNICATION



Les initiatives de communication sont toutes les mesures qui exigeraient la mise en place d'un canal de communication avec les acteurs impliqués (ex : la population locale, les employés, les autorités locales) qui fourniraient des renseignements et de la sensibilisation à certains risques climatiques.

ACTIONS PHYSIQUES



Cette catégorie fait référence à toute mesure qui nécessite la construction d'une nouvelle infrastructure ou d'actifs, la rénovation d'une infrastructure existante ou la modification des critères de conception d'une nouvelle infrastructure du projet.

ÉTUDES SUPPLÉMENTAIRES



Cette catégorie fait référence à toute mesure qui nécessite une étude approfondie afin de mieux comprendre les enjeux.

Un ensemble de mesures potentielles pouvant exercer une influence sur certains risques climatiques sont présentés dans les sections qui suivent. En général, les mesures d'adaptation et de contrôle peuvent se résumer à :

- Prendre en compte les changements climatiques lors de la conception des ouvrages;
- Augmenter la fréquence de la surveillance et des inspections et de l'entretien des différentes infrastructures, notamment suite à des événements extrêmes;
- Réviser et mettre à jour les plans d'intervention d'urgence spécifique aux risques liés aux changements climatiques;
- Accroître les efforts de préparation aux situations d'urgence;
- Prévoir un budget de contingence pour permettre de faire face à une augmentation de la détérioration, de bris et de l'usure des équipements et de dommages imprévus causés par les changements climatiques;
- Prévoir des formations pour le personnel concernant les enjeux posés par les changements climatiques;
- Prévoir un ajustement et une flexibilité du calendrier des opérations en cas d'interruption;
- Maintenir une communication continue avec le personnel, les autorités locales, la communauté, etc. afin de comprendre les impacts des changements climatiques et de partager les informations provenant d'études et de travaux réalisés dans le cadre de la résilience aux changements climatiques;
- Augmenter la redondance des systèmes critiques;
- Recueillir de l'information sur les efforts de résilience et les résultats d'autres projets.

7.1.1 DÉTÉRIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Les feux de forêt peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de l'air, en particulier dans une mine souterraine où la circulation de l'air est limitée. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation aux changements climatiques pour atténuer les effets de la qualité de l'air causé par les feux de forêt :



- Élaborer un plan d'urgence détaillé spécifique aux risques liés aux feux de forêt. Ce plan doit inclure des protocoles clairs pour évacuer les travailleurs en cas de menace imminente pour la qualité de l'air.
- Assurer que le personnel de la mine est formé pour réagir correctement en cas d'urgence liée à la qualité de l'air. Cela inclut la formation à l'utilisation d'équipements de protection individuelle et à la mise en œuvre des protocoles d'évacuation.



- Mettre en place un système de surveillance de la qualité de l'air capable de détecter les particules fines et d'autres polluants. La surveillance en temps réel est cruciale pour prendre des mesures rapides en cas de dégradation de la qualité de l'air.



- Établir un système de communication robuste pour informer rapidement le personnel de la mine sur les conditions actuelles de la qualité de l'air, les prévisions météorologiques et les actions à prendre. Cela peut inclure l'utilisation de systèmes d'alerte, de messages d'urgence et de formations régulières.



- Installer des systèmes de filtration de l'air capable de traiter les particules fines. Les filtres à haute efficacité peuvent aider à maintenir une qualité de l'air acceptable même en cas de fumée intense.

7.1.2 INTERRUPTION DE L'ALIMENTATION EN ÉLECTRICITÉ ET DES SERVICES DE COMMUNICATION ET DES PANNES DE COURANT

L'interruption de l'alimentation électrique et des services de communication peut entraîner des situations dangereuses et des défis opérationnels. Les changements climatiques peuvent augmenter le risque d'évènements météorologiques extrêmes susceptibles de perturber ces opérations. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation pour faire face à ces interruptions :



- Former le personnel à réagir efficacement en cas d'interruption de l'alimentation et des services de communication. Assurer qu'ils sont familiarisés avec l'utilisation des équipements de secours et les procédures d'urgence.
- Élaborer des plans d'évacuation détaillés en cas de coupure prolongée de l'alimentation électrique. Assurer que le personnel sait comment se déplacer en toute sécurité et comment évacuer si nécessaire.
- Élaborer un plan de continuité des opérations qui tient compte des scénarios possibles d'interruption de l'alimentation électrique et des services de communication. Assurer que le plan est régulièrement mis à jour en fonction des évolutions technologiques et des changements climatiques.



- Mettre en place un système de surveillance en temps réel du réseau électrique pour détecter les anomalies et les coupures de courant dès qu'elles se produisent. Cela permet une réaction rapide pour minimiser les perturbations.
- Mettre en place des programmes de maintenance préventive pour garantir que les équipements électriques et les systèmes de communication sont en bon état de fonctionnement. Cela peut réduire les risques de défaillance.
- Effectuer des tests réguliers à pleine charge des génératrices et d'autres équipements critiques pour assurer de leur bon fonctionnement en cas de besoin.



- Établir des systèmes de communication de secours indépendants du réseau normal. Cela peut inclure des radios bidirectionnelles, des systèmes de communication par satellite et d'autres technologies de communication d'urgence.
- Travailler en étroite collaboration avec les fournisseurs de services publics (par exemple, Hydro-Québec) pour comprendre les plans d'urgence et les stratégies d'intervention en cas de coupure de courant. Cela peut faciliter une réponse coordonnée en cas de besoin.



- Assurer que les sources d'alimentation électrique de secours sont suffisantes pour garantir une alimentation continue des équipements critiques en cas de défaillance du réseau électrique principal.
- Assurer qu'il y a de la redondance pour les fonctions et équipements critiques afin de minimiser les interruptions en cas de défaillance.



- Explorer la possibilité d'installer des systèmes de stockage d'énergie décentralisés à des endroits clés pour garantir une alimentation locale en cas d'urgence.

7.1.3 DÉTÉRIORATION DES ROUTES ET DES CHEMINS D'ACCÈS ET AUGMENTATION DES COÛTS D'ENTRETIEN

La détérioration des routes et des chemins d'accès peut être exacerbée par les changements climatiques, entraînant une augmentation des coûts d'entretien. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour gérer ces problèmes:



- Prévoir un budget de contingence pour permettre de faire face à une augmentation de la détérioration prématurée. Un budget de contingence s'accompagne d'un plan de contingence, qui comprend les étapes d'évaluation, de planification, de preuve de viabilité et d'exécution.



- Mettre en place un programme d'inspection régulière des chemins d'accès pour détecter les signes précurseurs de détérioration, tels que des nids-de-poule et des fissures. Des inspections plus fréquentes peuvent être nécessaires dans des conditions météorologiques extrêmes.
- Prévoir des activités d'entretien préventif. Un entretien régulier contribue à maintenir l'intégrité des chemins. Un entretien préventif peut aider à prolonger la durée de vie des routes et des chemins d'accès et réduire les coûts à long terme.

7.1.4 MANQUE D'ACCESSIBILITÉ TEMPORAIRE ET ISOLEMENT DU SITE (VOIES D'ACCÈS ROUTIER ET CHEMIN DE FER)

Le manque d'accessibilité temporaire, et l'isolement d'un site en raison des changements climatiques peuvent entraîner des défis significatifs pour la sécurité, les opérations et la logistique. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour faire face à ces situations :



- Élaborer des plans d'urgence complets qui incluent des procédures spécifiques pour faire face à l'isolement temporaire du site. Cela devrait englober les aspects de sécurité, les besoins en approvisionnement, les soins médicaux d'urgence et la communication avec les autorités locales.
- Mettre en place des systèmes de communication redondants, y compris des liaisons radios, des connexions satellitaires et d'autres technologies, pour maintenir la communication même en cas de coupures du réseau.
- Avoir à disposition des véhicules tout-terrain robustes et équipés pour permettre le déplacement du personnel et le transport de fournitures essentielles pendant les périodes d'isolement.
- Former le personnel à réagir efficacement en cas d'isolement temporaire, en mettant l'accent sur la sécurité personnelle, la gestion des fournitures et les protocoles d'urgence.
- Élaborer des plans de logistique flexibles qui tiennent compte des variations saisonnières et des risques climatiques. Assurer que les fournisseurs et les transporteurs sont informés des défis potentiels.



- Utiliser les données météorologiques (par exemple, les provisions météorologiques émises par Environnement Canada) pour anticiper l'isolement potentiel du site. Cela permet une préparation anticipée.
- Prévoir un ajustement du calendrier des opérations si les travailleurs ne peuvent pas accéder temporairement au site ou s'ils subissent des retards en raison des conditions routières.



- Collaborer étroitement avec les autorités locales, les services de secours et d'autres parties prenantes pour partager les informations météorologiques en temps réel et coordonner les efforts d'intervention en cas de besoin.



- Prévoir un accès secondaire au site ou un accès d'urgence au site.

7.1.5 DÉRAILLEMENT DE TRAIN

Le risque d'un déraillement de train peut être accentué par les changements climatiques, en raison des phénomènes météorologiques extrêmes ou d'autres impacts sur l'infrastructure ferroviaire. Pour minimiser ces risques et atténuer les conséquences d'un déraillement, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Développer des protocoles spécifiques pour atténuer les risques liés aux conditions météorologiques, tels que les précipitations extrêmes, la pluie verglaçante et les vents violents.
- Élaborer un plan d'évacuation pour le personnel en cas de déraillement. Assurer que le personnel est formé.



- Mettre en place un programme d'inspection régulière des voies ferrées sur le site pour détecter les signes précurseurs de détérioration, tels que des fissures, des éboulements ou des déformations. Des inspections plus fréquentes peuvent être nécessaires dans des conditions météorologiques extrêmes.
- Prévoir des activités d'entretien préventif. Un entretien régulier contribue à maintenir l'intégrité de l'infrastructure ferroviaire.



- Coordonner étroitement avec les autorités ferroviaires et les gestionnaires de voies ferrées pour partager des informations sur les conditions météorologiques, les interventions d'urgence et les protocoles de sécurité.
- Veiller à ce que des ajustements soient faits en cas d'événements météorologiques extrêmes (par exemple, réduire la vitesse sur le site).



- Installer des systèmes de freinage d'urgence automatisés pour minimiser les conséquences d'un déraillement en réduisant la vitesse des véhicules en cas de détection d'une anomalie.

7.1.6 DÉTÉRIORATION DES ÉQUIPEMENTS EXTÉRIEURS, AUGMENTATION DES BRIS ET DE L'USURE

La détérioration des équipements extérieurs due aux changements climatiques peut entraîner une augmentation des

bris et de l'usure. Pour atténuer ces impacts, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Prévoir des activités d'entretien préventif régulier pour inspecter et réparer les équipements exposés aux intempéries. Cela permet de prévenir les défaillances liées à l'usure et à la corrosion.
- Utiliser des capteurs et des systèmes de surveillance en temps réel pour suivre l'état opérationnel des équipements. La surveillance constante permet de détecter les signes de détérioration avant que des problèmes sérieux ne surviennent.
- Élaborer un calendrier de remplacement régulier pour les pièces d'usure et les composantes critiques des équipements. Cela permet de minimiser les temps d'arrêt non planifiés et de maintenir la fiabilité opérationnelle.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur le site pour minimiser les retards liés à la commande et à la livraison des pièces de rechange.



- Installer des abris ou des revêtements de protection pour les équipements extérieurs afin de les protéger contre les intempéries, au besoin.

7.1.7 DOMMAGES AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

Les changements climatiques peuvent accroître les risques de dommages aux équipements électriques en raison d'événements météorologiques extrêmes. Les lignes électriques aériennes sont particulièrement sensibles aux phénomènes météorologiques extrêmes. Pour atténuer ces risques et assurer la résilience, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Élaborer et mettre en place un plan d'urgence spécifique pour les équipements électriques. Inclure des procédures pour la sécurité du personnel, la fermeture des opérations et les communications d'urgence.
- Élaborer et mettre en place un plan de continuité des opérations en cas de panne d'électricité prolongée.



- Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre l'état des équipements. Cela peut inclure des capteurs de température, d'humidité, de vibrations, et d'autres paramètres critiques pour détecter les signes précurseurs de problèmes.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur site pour minimiser les retards liés à la commande et à la livraison des pièces de rechange.



- Assurer l'emplacement stratégique des équipements électriques afin de minimiser les risques causés par des événements météorologiques extrêmes (par exemple, les inondations causées par des précipitations extrêmes).



- Assurer que les sources d'alimentation électrique de secours sont suffisantes pour garantir une alimentation continue des équipements critiques en cas de défaillance du réseau électrique principal.
- Installer des systèmes de protection contre la foudre pour minimiser les risques de dommages causés par les éclairs. Cela peut inclure des paratonnerres et des systèmes de mise à la terre adéquats.
- Isoler les équipements critiques pour minimiser les risques de courts-circuits en cas de défaillance ou de dommage. Utiliser des matériaux isolants et des techniques de conception appropriées.

7.1.8 DEMANDE D'ÉNERGIE SUPPLÉMENTAIRE POUR LA CLIMATISATION ET LA VENTILATION

La demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation, due aux changements climatiques, peut être maîtrisée en mettant en place des mesures de contrôle et d'adaptation. En voici quelques-uns :



- Anticiper les fluctuations saisonnières de la demande d'énergie supplémentaire en ajustant les calendriers d'exploitation, les horaires de travaux et les activités qui génèrent de la chaleur pendant les périodes de pointe.



- Mettre en place des stratégies de gestion de la charge thermique pour réduire les besoins en climatisation. Cela peut inclure l'isolation des bâtiments et l'utilisation de matériaux réfléchissants.
- Investir dans des technologies économes en énergie pour les systèmes de climatisation et de ventilation. Des unités plus efficaces sur le plan énergétique peuvent réduire la demande d'énergie supplémentaire.
- Installer des systèmes de gestion intelligente du bâtiment qui ajustent automatiquement les paramètres de climatisation et de ventilation en fonction des conditions météorologiques et de l'occupation des espaces.



- Prendre en compte les données climatiques futures lors de la conception du système de climatisation et de ventilation, pour anticiper les variations et les extrêmes de température et d'humidité.

7.1.9 ÉROSION ÉOLIENNE DES RÉSIDUS

L'érosion éolienne des résidus peut être accentuée par les changements climatiques, notamment du fait de conditions météorologiques plus sèches et de vents forts. Pour atténuer les risques d'érosion éolienne et s'adapter aux changements climatiques, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation spécifiques:



- Mettre en place des systèmes de surveillance météorologique pour anticiper les périodes de vents forts. Cela permettra d'activer des mesures préventives en cas de conditions propices à l'érosion éolienne (par exemple, utiliser des abat-poussière afin de limiter au maximum les émissions de particules vers l'atmosphère).
- Surveiller la qualité de l'air pour détecter la présence de particules fines. Cela permettra une réaction rapide en cas de dépassement des seuils de qualité de l'air.



- Planter une couverture végétale dense sur les parcs à résidus pour stabiliser le sol et réduire l'érosion éolienne. Choisir des plantes résistantes aux conditions climatiques locales.
- Installer des barrières coupe-vent, telle que des clôtures ou des rangées d'arbres, pour réduire la vitesse du vent et minimiser l'érosion éolienne.

7.1.10 MANQUE D'EAU DANS LES BASSINS DE COLLECTE

Les changements climatiques peuvent entraîner un manque d'eau dans les bassins de collecte, dû à des conditions plus sèches et des variations dans les schémas de précipitations. Les eaux récupérées peuvent servir de source d'approvisionnement en eau et donc une réduction peut avoir un impact sur les opérations. Pour atténuer ces risques et assurer la résilience, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation:



- Mettre en place des pratiques de gestion de l'eau efficaces pour minimiser les pertes.
- Optimiser les processus d'opérations pour réduire la consommation d'eau. Des technologies plus efficaces et de pratiques de gestion des ressources peuvent contribuer à une utilisation plus judicieuse de l'eau.



- Adapter les opérations en fonction des conditions météorologiques saisonnières et des variations dans la disponibilité de l'eau. Ajuster le calendrier des activités pour minimiser l'utilisation d'eau pendant les périodes de sécheresse.



- Étudier la possibilité/la nécessité d'augmenter la capacité de stockage d'eau, incluant des réservoirs ou des bassins de stockage supplémentaires. Cela permettra d'accumuler de l'eau pendant les périodes de disponibilité et de la stocker pour une utilisation ultérieure en cas de pénurie, de façon à satisfaire les besoins des opérations et limiter autant que possible l'utilisation d'eau fraîche.
- Réaliser une étude hydrologique pour évaluer les ressources en eau disponibles et anticiper les variations saisonnières en fonction des données climatiques futures.

7.1.11 RUPTURE DE DIGUES

La rupture d'une digue peut entraîner des conséquences graves sur l'environnement, la sécurité et les opérations. Les changements climatiques peuvent augmenter le risque de phénomènes météorologiques extrêmes qui pourraient

compromettre la stabilité des digues. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer ce risque :



- Développer des plans d'intervention d'urgence pour réagir rapidement en cas de signes précurseurs de défaillance de la digue. Cela peut inclure la mobilisation de ressources d'intervention.
- Élaborer des plans d'évacuation d'urgence en cas de rupture de digue.



- Mettre en place des systèmes de surveillance continue pour suivre la stabilité des digues.
- Effectuer des inspections régulières des digues par des experts en géotechnique. Les inspections doivent être fréquentes et adaptées aux conditions météorologiques, en mettant l'accent sur les périodes de fortes précipitations.



- Prendre en compte les projections de changements climatiques lors de la conception des digues.



- Utiliser des modèles de crues pour simuler les effets potentiels de précipitations extrêmes ou de crues sur la stabilité des digues. Cela peut aider à anticiper les zones à risque et à planifier en conséquence.
- Collaborer avec des experts en géotechnique, en hydrologie et en météorologie pour bénéficier des conseils spécialisés et d'une évaluation indépendante de la stabilité des digues.

7.1.12 INSUFFISANCE DE CAPACITÉ DES BASSINS POUR GÉRER LES EAUX

L'insuffisance de capacité des bassins de rétention pour gérer les eaux peut être exacerbée par les changements climatiques, notamment des événements météorologiques extrêmes et des variations de précipitations. Pour atténuer ces risques et s'adapter aux changements climatiques, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Adapter les opérations en fonction des conditions météorologiques saisonnières. Par exemple, planifier les activités de manière à minimiser les risques pendant les périodes de précipitations extrêmes ou de fonte des neiges.



- Installer des systèmes de détection et d'alerte pour surveiller les niveaux d'eau dans les bassins.



- Prendre en compte les projections des changements climatiques lors de la conception des bassins.

7.1.13 DÉVERSEMENT ET/OU DÉBORDEMENTS ACCIDENTELS DEPUIS LES DIGUES

Pour minimiser les risques de déversement ou de débordement accidentels depuis les digues de bassins ou de cellules, que les changements climatiques peuvent accroître en amplifiant les événements météorologiques extrêmes et qui peuvent menacer à une contamination de l'environnement, des mesures de contrôle et d'adaptation peuvent être prises. Voici quelques exemples:



- Élaborer des plans d'urgence en cas de déversement et/ou débordement.



- Mettre en place des systèmes de surveillance continue. Utiliser des capteurs de niveau d'eau, des systèmes de télédétection et des inspections régulières pour détecter les signes précurseurs de défaillance, notamment après des événements extrêmes.



- Prendre en compte les projections des changements climatiques lors de la conception des bassins ou cellules.
- Envisager des bassins de rétention secondaires ou des zones de stockage temporaire pour recueillir les effluents en cas de déversement, permettant ainsi de minimiser l'impact sur l'environnement.

7.1.14 AUGMENTATION DES QUANTITÉS D'EAU À GÉRER, ET DES VOLUMES D'EAU À TRAITER ET À DÉVERSER DANS UN MILIEU RÉCEPTEUR

Les changements climatiques peuvent entraîner une augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations. La conception des infrastructures nécessite une planification soignée et des mesures de contrôle adaptées. Voici quelques stratégies pour faire face à ce défi :



- Élaborer des plans de gestion au cas où il y aurait trop d'eau à gérer. Veiller à ce que des protocoles appropriés soient mis en place si cela devait se produire.



- Réévaluer les besoins en eau des opérations en tenant compte des changements climatiques et des variations saisonnières.
- Augmenter la capacité des réservoirs ou des bassins de stockage d'eau pour anticiper les périodes de fortes pluies et augmenter la capacité de stockage en cas de surplus d'eau.
- Effectuer une évaluation du bilan hydrique pour anticiper les variations dans les schémas de précipitations et les événements météorologiques extrêmes. Utiliser les projections climatiques dans l'évaluation.



- Étudier la nécessité d'augmenter la capacité de l'usine de traitement des eaux pour traiter des volumes plus importants d'eaux contaminées. Prendre en compte les projections climatiques dans la conception de l'usine de traitement.

7.1.15 ACCÈS RESTREINT À CERTAINS ENDROITS SI LES MILIEUX HUMIDES NE GÈLENT PAS

Si les milieux humides ne gèlent pas en raison des changements climatiques, cela peut poser des défis en termes d'accès à certaines zones ou conduire à un impact plus important du projet sur l'environnement. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation pour faire face à cette situation :



- Identifier et établir des itinéraires alternatifs ou des zones de contournement qui permettent d'accéder aux zones nécessaires sans traverser directement les milieux humides.
- Établir des périodes d'accès restreint en fonction des changements climatiques. Limiter l'accès pendant les saisons où le gel n'est pas suffisant pour protéger ces zones.



- Planifier les opérations, les inspections, et les entretiens en tenant compte des variations saisonnières. Éviter les périodes critiques où l'accès peut causer des dommages aux milieux humides.
- Envisager l'utilisation de véhicules et d'engins de chantiers exerçant une faible pression au sol.



- Sensibiliser le personnel aux enjeux liés aux milieux humides et fournir une formation sur les meilleures pratiques pour minimiser les impacts.
- Collaborer étroitement avec les autorités environnementales locales pour garantir la conformité réglementaire et obtenir des conseils sur les meilleures pratiques.



- Construire, au besoin, des infrastructures de contournement, telles que des ponts ou des passerelles, pour permettre l'accès sans perturber les milieux humides. Ces structures doivent être conçues pour minimiser l'impact environnemental.



- Effectuer une évaluation des risques spécifiques aux milieux humides en tenant compte des changements climatiques. Identifier les zones vulnérables où l'accès peut devenir problématique en raison de l'absence de gel.
- Cartographier précisément les milieux humides pour déterminer les zones à risque.

7.1.16 BRIS DES CONDUITES DE RÉSIDUS MINIERS OU D'EAU DE PROCÉDÉ

Un bris de conduite de résidus miniers et d'eau de procédé peut entraîner des conséquences graves sur l'environnement. Pour contrôler et adapter les opérations aux changements climatiques, voici quelques mesures à considérer :



- Élaborer des plans d'intervention d'urgence détaillés spécifiques aux bris de conduite. Ces plans doivent inclure des procédures claires, des équipements d'urgence et des équipes préformées pour une intervention rapide.



- Installer des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter rapidement les bris de conduite. Mettre en place des systèmes d'alerte précoce qui déclenchent des avertissements en cas de variations anormales de pression, de débit ou de température dans les conduites.



- Mettre en œuvre des programmes de maintenance préventive pour inspecter régulièrement les conduites et les attaches, en particulier celles exposées aux conditions climatiques extrêmes.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur le site afin de réparer rapidement les bris.



- Collaborer avec les autorités environnementales locales pour garantir la conformité réglementaire et obtenir des conseils sur les meilleures pratiques de gestion des risques.



- Installer des barrages de confinement à des points stratégiques le long des conduites pour contenir rapidement les déversements en cas de bris. Ces barrages peuvent réduire la propagation des résidus et des eaux de recirculation.



- Prendre en compte les changements climatiques dans la conception des ouvrages de support structurel (par exemple, les ponts). Assurer que la hauteur du pont est déterminée en fonction du niveau potentiel d'inondation à partir de données hydrauliques. Assurer que les données hydrauliques utilisés prennent compte des projections climatiques.

7.1.17 DIFFICULTÉ D'APPROVISIONNEMENT EN EAU FRAÎCHE

La difficulté d'approvisionnement en eau fraîche pour les opérations exacerbée par les changements climatiques, peut être atténuée par l'adoption de mesures de contrôle et d'adaptation appropriées. Voici quelques stratégies à considérer :



- Mettre en place des programmes de gestion de l'eau pour optimiser l'utilisation de l'eau de recirculation dans les opérations minières.
- Élaborer des plans de gestion de crise pour faire face à des événements climatiques extrêmes ou à des réductions soudaines de limite de prélèvement d'eau fraîche.



- Adapter les opérations minières en fonction des conditions météorologiques saisonnières et des variations dans la disponibilité de l'eau. Ajuster le calendrier des activités pour minimiser l'utilisation d'eau pendant les périodes de sécheresse.



- Collaborer avec les communautés locales et les autorités gouvernementales pour établir des partenariats et partager les ressources en eau de manière responsable.



- Étudier la possibilité/la nécessité d'augmenter la capacité de stockage d'eau de surface, incluant des réservoirs ou des bassins de stockage supplémentaires. Cela permettra d'accumuler de l'eau pendant les périodes de disponibilité et de la stocker pour une utilisation ultérieure en cas de pénurie, de façon à satisfaire les besoins des opérations et limiter autant que possible l'utilisation d'eau fraîche.
- Identifier des sources d'approvisionnement en eau alternatives pour minimiser l'impact des perturbations climatiques sur l'approvisionnement en eau.

7.1.18 SANTÉ ET VULNÉRABILITÉ DES TRAVAILLEURS FACE AUX EXTRÊMES DE HAUTE TEMPÉRATURE ET DE PÉRIODES DE SÈCHERESSE

La santé et la sécurité des travailleurs dans des conditions climatiques extrêmes, telles que des températures élevées et des périodes de sécheresse, sont des préoccupations importantes. Voici des mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer les risques associés à ces conditions climatiques :



- Sensibiliser et former le personnel aux risques liés aux extrêmes de haute température. Assurer qu'ils sont conscients des signes liés à la chaleur (par exemple, les coups de chaleur) et des mesures préventives à prendre.



- Modifier les horaires de travail pour minimiser l'exposition aux températures les plus élevées de la journée. Planifier les tâches les plus exigeantes physiquement aux heures plus fraîches.
- Établir des zones ombragées et des abris pour que les travailleurs puissent se reposer et se protéger du soleil pendant les pauses.
- Encourager une hydratation adéquate en fournissant de l'eau potable facilement accessible sur le site.
- Autoriser et encourager le port de vêtements légers, de couleurs claires et de matériaux respirants pour aider à réguler la température corporelle.

7.1.19 AUGMENTATION DU NOMBRE D'ACCIDENTS DE TRAVAIL

L'augmentation du nombre d'accidents de travail peut être influencée par divers facteurs, y compris les changements climatiques qui peuvent introduire de nouveaux risques ou aggraver les risques existants. Voici des mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer ces risques et améliorer la sécurité:



- Fournir une formation continue aux travailleurs sur les risques liés aux changements climatiques et les meilleures pratiques pour faire face à ces risques. Assurer que le personnel est conscient des nouvelles menaces potentielles.
- Développer et former le personnel aux protocoles d'urgence en cas de conditions climatiques extrêmes, d'événements météorologiques graves ou toute situation mettant en danger la sécurité des travailleurs.
- Mener des analyses approfondies sur les accidents de travail survenus pour identifier les tendances et les causes sous-jacentes. Utiliser ces informations pour apporter des améliorations continues.



- Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre les conditions météorologiques et avertir les travailleurs en cas de situations dangereuses imminentes, comme des tempêtes, des fortes pluies, etc.
- Ajuster la planification des tâches extérieures en tenant compte des conditions météorologiques. Éviter d'effectuer des tâches risquées pendant des périodes de conditions météorologiques défavorables.



- Mettre en place des systèmes de communication efficaces pour garantir que les travailleurs soient informés en temps réel des changements de conditions climatiques.

7.1.20 PERTURBATION DES OPÉRATIONS ET/OU PERTE DE PRODUCTIVITÉ AU TRAVAIL

Dans un climat changeant, les opérations risquent d'être affectées plus souvent. Pour atténuer ces perturbations, voici des mesures de contrôle et d'adaptation à considérer:



- Élaborer des plans d'urgence et des procédures de gestion pour faire face à des perturbations climatiques. Inclure des protocoles pour la sécurité du personnel, la protection des infrastructures et à la continuité des opérations.
- Mettre en place des plans de contingence pour gérer les fluctuations du personnel causées par des conditions météorologiques extrêmes, en prévoyant des ressources humaines flexibles ou des équipes de secours.
- Après une perturbation, réaliser une évaluation post-événement pour comprendre les leçons apprises, identifier les points d'amélioration et ajuster les plans d'urgence en conséquence.



- Créer des réserves stratégiques de matériaux, d'équipements critiques et de pièces de rechange pour minimiser l'impact des retards dans la chaîne d'approvisionnement.
- Adapter la planification en tenant compte des conditions météorologiques prévues.



- Renforcer les infrastructures clés pour les rendre plus résilientes aux changements climatiques. Cela peut inclure des constructions adaptées aux conditions climatiques extrêmes.

7.1.21 AUGMENTATION DE L'IMPRÉVISIBILITÉ DES SAISONS D'ACTIVITÉ

L'augmentation de l'imprévisibilité des saisons d'activité, souvent associée aux changements climatiques, peut présenter des défis opérationnels, particulièrement lors de la construction. Pour atténuer les impacts, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Adopter une approche de planification des opérations qui soit suffisamment flexible pour s'adapter aux variations imprévues des conditions météorologiques.
- Former le personnel à être polyvalent et capable de s'adapter rapidement.



- Adapter la planification en tenant compte des conditions météorologiques prévues.
- Ajuster les calendriers de maintenance.

7.2 RISQUE RÉSIDUEL

La mise en place de mesures d'atténuation et de contrôle telles que celles proposées dans la section précédente peut abaisser significativement le niveau de risque évalué pour un impact et obtenir un risque résiduel acceptable pour un projet.

Puisqu'il s'agit d'une évaluation préliminaire que Falco prévoit revoir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin, l'évaluation du risque résiduel n'a pas été réalisé pour cette étude.

CONCLUSION

Cette évaluation préliminaire de résilience climatique a été complétée afin que Falco puisse déterminer si des changements devraient être apportés à la conception des composantes du projet ou aux plans de gestion et aux programmes de suivi.

Les impacts liés aux aléas et aux changements climatiques sont des éléments essentiels à considérer lors de la planification et le développement d'un projet, et plus spécifiquement lors de la conception technique détaillée d'ingénierie des composantes. Ainsi, cette étude fournit une évaluation préliminaire de la vulnérabilité, de la probabilité de l'occurrence des aléas climatiques et de la sévérité des conséquences afin de déterminer le niveau de risque de chacun des impacts identifiés. La méthodologie se base sur les meilleures pratiques, les exigences des normes ISO 31000:2018 sur *la gestion des risques* et ISO 14091:2021 *Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques*. Elle suit également les fondements conceptuels et méthodologiques recommandés par le ministère de la Sécurité publique (MSP) du Québec de même que les lignes directrices générales de l'*Optique des changements climatiques* élaborées par Infrastructure Canada.

Pour cette étude, les observations météorologiques et des projections climatiques ont été utilisées pour évaluer les impacts susceptibles d'affecter le projet Horne 5. L'horizon temporel choisi pour l'analyse des projections climatiques couvre la période entre 2021 et 2050. Les évaluations ont été réalisées en tenant compte des informations disponibles sur le projet, notamment l'étude de faisabilité et l'étude d'impact sur l'environnement, ainsi que de l'expérience de WSP sur d'autres projets.

L'étude a identifié des impacts climatiques potentiels dus à l'augmentation générale des températures (p. ex. : canicules, allongement de la saison estivale, potentiel d'occurrence de feux de forêt), de l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes et de l'occurrence des tempêtes de neige, de verglas et de périodes de redoux hivernal. Le niveau de risque lié à ces impacts a été évalué de façon préliminaire sans tenir compte des mesures de contrôle et d'adaptation déjà prévues par Falco afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin. Des exemples de mesures ont été proposées par WSP afin d'obtenir un risque résiduel plus faible au besoin.

L'évaluation préliminaire présentée dans ce rapport s'inscrit dans la démarche de Falco visant à établir un cadre intégrant les exigences et recommandations des moteurs réglementaires et des bonnes pratiques nationales et internationales comme le MELCCFP et le TCFD.

Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail et envisage notamment :

- Revoir l'évaluation des aléas climatiques susceptibles d'avoir un impact sur les composantes et les activités du projet.
- Évaluer la résilience climatique des infrastructures et des activités du projet pour chacune des étapes de développement du projet.
- Intégrer une approche quantitative, avec l'utilisation de seuils.
- Réviser les critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.
- Réaliser une analyse globale des risques liés aux changements climatiques, incluant une évaluation du cycle de vie.
- Intégrer les résultats à sa stratégie globale de gestion du risque.

RÉFÉRENCES

- Cheng, C. S., Auld, H., Li, Q., & Li, G. (2012). Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south-central Canada. *Climatic Change*, 112(3), 963–979. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0252-0>
- Cheng, C. S., Lopes, E., Fu, C., & Huang, Z. (2014). Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions: Updated for Canada. *Journal of Climate*, 27(3), 1255–1270. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00020.1>
- Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Mudryk, L., Smith, S., Thackeray, C., & Kirchmeier-Young, M. (2019). Changes in Snow, Ice, and Permafrost Across Canada. In *Canada's changing climate report* (pp. 194–260). Government of Canada. <https://doi.org/10.4095/314614>
- DonneesClimatiques.ca. (2023). *Données Climatiques*. <https://donneesclimatiques.ca/>
- ECCC. (2023). *Canadian Climate Normals*. Environment and Climate Change Canada. https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/index_e.html
- Flannigan, M. (2020). *Fire and Climate Change*. University of Alberta.
- Gouvernement du Canada. (2018). *Échelle de Fujita améliorée pour l'évaluation des dommages causés par le vent*. Gouvernement Du Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/meteo-saisonniere-dangereuse/echelle-fujita-dommages-causes-vent.html>
- Gouvernement du Canada. (2019). *Activité orageuse dans les villes canadiennes*. Gouvernement Du Canada.
- Infrastructure Canada. (2019). *Optique des changements climatiques—Lignes directrices générales*. <https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html>
- IPCC. (2014) *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Intergovernmental Panel on Climate Change).
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Masson-Dermotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gornis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou, Eds.; Cambridge University Press).
- IPCC. (2022). Summary for Policymakers. In H. Portner O., D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Loschke, V. Moller, & A. Okem (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 3–33). Cambridge University Press.
- Matte, D., Thériault, J. M., & Laprise, R. (2019). Mixed precipitation occurrences over southern Québec, Canada, under warmer climate conditions using a regional climate model. *Climate Dynamics*, 53(1–2), 1125–1141.
- ministère des ressources naturelles et des forêts. (2023). *LiDAR - Modèles numériques (terrain, canopée, pente)*. Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/produits-derivees-de-base-du-lidar>
- MSP, (ministère de la sécurité civile). (2023). *Historique des événements de sécurité civile—Archives*. Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/observations-terrain-historiques-devenements-archives>
- MSP, (ministère de la sécurité publique). (2009). *Concepts de base en sécurité civile*. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/securite-publique/publications-adm/publications-secteurs/securite-civile/activites-formations/sc_formation_concepts_base.pdf
- NRC. (2020). *National Building Code of Canada 2020*. National Research Council of Canada.

- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015. Partie 1: Évolution climatique du Québec.*
- Ouranos. (2023). *Portraits climatiques.* <https://www.ouranos.ca/fr/portraits-climatiques>
- PCC. (2023). *Climate Atlas of Canada.* <https://climateatlas.ca/home-page>
- Ressources naturelles Canada. (1995). *Canada pergélisol (5e édition)* [Map]. https://ftp.cartes.canada.ca/pub/nrcan_rncan/raster/atlas_5_ed/fra/environment/land/mcr4177.pdf
- Ressources naturelles Canada. (2020). *Système canadien d'information sur les feux de végétation.* Gouvernement Du Canada.
- Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegle, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., & Bauer, N. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change, 42*, 153–168.
- Romps, D. M., Seeley, J. T., Vollaro, D., & Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. *Science, 346*(6211), 851–854. <https://doi.org/10.1126/science.1259100>
- Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J., Luo, Y., Marengo, J., McInnes, K., Rahimi, M., Reichstein, M., Sorteberg, A., Vera, C., Zhang, X., Rusticucci, M., Semenov, V., Alexander, L. V., Allen, S., Benito, G., ... Zwiers, F. W. (2012). Changes in Climate Extremes and their Impacts on the Natural Physical Environment. In C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 109–230). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.006>
- Simonovic, S. P., Srivastav, R., & Sandink, D. (2022). *IDF_CC Web-Based Tool for Updating Intensity-Frequency-Duration Curves to Changing Climate—Ver 6.0.* Western University Facility for Intelligent Decision. <https://www.idf-cc-uwo.ca/>
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., & Meehl, G. A. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society, 93*(4), 485–498. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>
- URSTM. (2017). *Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois.* Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
- Wang, X., Parisien, M.-A., Taylor, S. W., Candau, J.-N., Stralberg, D., Marshall, G. A., Little, J. M., & Flannigan, M. D. (2017). Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century. *Environmental Research Letters, 12*(2), 025005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5835>

ANNEXES

A TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES



Facteur	Milieu humain					Environnement	Économie		
	Niveau	Santé et sécurité	Société	Réputation	Qualité des services	Gouvernance	Physique	Coût de restauration	Affaires légales et litiges
1 - Très faible	Premiers secours	Pas d'impact tangible sur la société	Opinion publique impactée temporairement à l'échelle locale	Pas d'impact tangible sur les services	Pas de changement de gouvernance requis	Pas d'effet sur l'environnement naturel, pas de restauration requise	Perte financière légère ou augmentation des coûts d'opérations	Pas de litiges ou de problèmes légaux	Pas d'effet sur l'économie à large échelle
2 - Faible	Blessure mineure, traitements médicaux avec ou sans réduction de temps de travail	Impacts sociétaux temporaires et localisés	Opinion publique impactée à court terme à l'échelle locale	Arrêts de services temporaires et localisés	Inquiétudes soulevées par des régulateurs, demandant une réaction	Effets minimes sur l'environnement naturel localisés aux limites du site, restauration mineure sur un mois	Coûts additionnels d'opérations, légère perte financière, moins de 10% de taux de renouvellement	Problèmes légaux minimes et individuels	Effet mineur sur l'économie en raison d'arrêt de service de l'actif
3 - Moyenne	Blessure importante et/ou arrêt de travail	Impacts sociétaux à long terme, mais localisés	Opinion publique impactée à long terme localement, avec une couverture médiatique locale négative	Arrêts de service localisés sur le long terme	Enquête de régulateurs, changements dans les procédés de gouvernance requis	Certains dégâts sur l'environnement incluant les écosystèmes locaux, des actions peuvent être requises, rétablissement sur un an	Pertes financières modérées, 10 à 50% de taux de renouvellement	Plusieurs plaintes et/ou litiges	Impact élevé sur l'économie locale avec plusieurs effets sur l'économie grande échelle
4 - Élevée	Blessures majeures ou multiples, blessure permanente ou handicap	Impossibilité de venir en aide aux personnes les plus vulnérables, Impacts sociétaux à long terme et à l'échelle provinciale/nationale	Opinion publique impactée à court terme à l'échelle nationale, avec une couverture médiatique nationale négative	Impossibilité de fournir des services sur le long terme avec des impacts régionaux	Avertissements émis par des régulateurs pour des actions correctives, changements requis, responsabilité des dirigeants mis en cause	Effets majeurs sur l'environnement et les écosystèmes locaux, des actions sont sûrement requises. Rétablissement sur plus d'un an, impossibilité de respecter les normes environnementales	Pertes financières majeures, 50 à 90% de taux de renouvellement	Litiges majeurs et/ou problèmes légaux avec plusieurs requérants	Effets majeurs sur l'économie locale se répandant à grande échelle
5 - Très élevée	Un ou plusieurs décès	Perte de contrôle sur la société et nombreuses manifestations	Opinion publique impactée à long terme à l'échelle nationale, avec un potentiel de stabiliser les gouvernements en place	Arrêt permanent et abandon des services	Changements majeurs de politique, besoin de changements législatifs, changement total de gouvernance	Effets graves et dégâts considérables sur l'environnement, disparition d'espèces, d'habitats et d'écosystèmes possible, des actions sont requises pour limiter les dégâts, restauration nécessaire, rétablissement sur plus d'un an pour être total	Pertes financières extrêmes, plus de 90% de taux de renouvellement	Recours légal collectif	Effets majeurs sur l'économie locale, régionale et globale