MINIÈRE OSISKO INC. PROJET N^o : 201-11330-19

PROJET MINIER WINDFALL RAPPORT SECTORIEL – RÉSILIENCE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Territoire d'Eeyou Istchee Baie-James

FÉVRIER 2023







PROJET MINIER WINDFALL RAPPORT SECTORIEL – RÉSILIENCE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

MINIÈRE OSISKO INC.

PROJET Nº : 201-11330-19 DATE : FÉVRIER 2023

WSP CANADA INC. 11E ÉTAGE 1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9 CANADA

T:+1-514-340-0046 F:+1-514-340-1337 WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR	
Virginie Provençal, B.Sc. Conseillère, Risques climatiques et résilience	28 février 2023 Date
RÉVISÉ PAR Nicolas Sbarrato Chef d'équipe, Risques climatiques et résilience	28 février 2023 Date
Marie-Hélène Brisson, biologiste Directrice de projet	28 février 2023 Date

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire MINIÈRE OSISKO INC., 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.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix 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.

CLIENT

MINIÈRE OSISKO INC.

Vice-présidente, Environnement et Relations communautaires Andréanne Boisvert, géographe, M. A.

Directrice Environnement Vanessa Millette, géographe, M. Sc. Env.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Directrice de projet Marie-Hélène Brisson, biologiste

Chargé de discipline Nicolas Sbarrato, ing., M. Sc.

Conseillère, Risques climatiques et résilience Virginie Provençal, B. Sc., DESS

Analystes, risques climatiques et résilience Marsha Akkerhuis, CPI, M. Ing.
Stephanie Greenough, CPI, M. Sc. A.

Aviseur technique, Géotechnique et domaine minier Nicolas Pépin, ing., M. Sc. A.

Traitement de texte et édition Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2023. PROJET MINIER WINDFALL. RAPPORT SECTORIEL – RÉSILIENCE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES. RAPPORT PRODUIT POUR MINIÈRE OSISKO INC. 66 PAGES ET ANNEXES.

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 de gaz à effet de serre et augmentant les puits afin de permettre la captation et la séquestration de ceux-ci.
Canicule	Se référer à vague de chaleur.
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 de temps, souvent des décennies ou plus. (À ne pas confondre avec la météo, cà-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.
Courbe d'intensité-durée- fréquence (IDF)	Représentation de la probabilité qu'une certaine intensité ou qu'un certain cumul de précipitations soit observé sur une échelle journalière ou sous-journalière.
Cycle de gel-dégel	Décompte des jours pendant lesquels 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.
Embâcle	Obstruction du lit d'un cours d'eau, d'un détroit par un amas de glace flottante.
Érosion	Processus d'altération, de prise en charge et déplacement des sédiments et des roches en fonction de différents agents tels que l'action des vagues, les courants ou les crues en milieu fluvial.
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 fortes précipitations	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).
Jour de gel	Jour durant lequel la température minimale est négative.
Jour très chaud	Jour durant lequel la température extérieure atteint au moins 30 °C.
Jour très froid	Jour durant lequel la température minimum tombe en dessous de -30 °C.
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.
Précipitations saisonnières	Cumul total de précipitations tombées sur toute une saison.
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 de vent	Augmentation brève de la vitesse du vent, habituellement mesurée en moins de 20 secondes.
Redoux hivernal	Jour durant lequel la température est supérieure à 0 °C pendant au moins quatre heures.
Régime des vents	Caractéristiques du vent dans une région spécifique, telles que la vitesse moyenne, la direction et les rafales les plus puissantes.

Habileté d'un système à absorber ou de compenser les perturbations, tout en maintenant une structure et un fonctionnement similaires.
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.
Durée approximative de la saison de croissance pendant laquelle il y a une absence de gel pouvant tuer ou endommager les plantes. Celle-ci correspond au nombre de jours entre la date du dernier gel printanier et du premier gel automnal, cà-d. le nombre de jours consécutifs pendant la saison chaude où il y a absence de températures minimales quotidiennes égales ou inférieures à 0 °C.
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 RCP4.5 du GIEC correspondant à un scénario d'atténuation modérée des émissions de gaz à effet de serre visant à minimiser les coûts de l'inaction pour atteindre une réduction significative des émissions.
Scénario RCP8.5 du GIEC correspondant à un scénario de <i>statu quo</i> ne comprenant aucune mesure d'atténuation des émissions à l'échelle globale.
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).
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 moyenne observée sur une année.
Température la plus élevée observée sur une année.
Température maximale atteinte en moyenne chaque jour d'une saison.
Température la plus basse observée sur une année.
Température minimale atteinte en moyenne chaque jour d'une saison.
Température moyenne observée sur une saison.
Perturbation atmosphérique ayant pour résultat un cumul minimum de neige de 15 cm à un endroit donné.

Vague de chaleur	Période relativement longue de chaleur extrême. Au Canada, une vague de chaleur est habituellement définie comme une période d'au moins 3 jours consécutifs dont la température maximum est supérieure à 30 °C. Selon l'Institut de Santé publique du Québec, une vague de chaleur pour la région de réalisation du projet correspond plutôt à une période d'au moins 3 jours consécutifs lors de laquelle la température journalière maximale est supérieure à 31 °C et la température journalière minimale ne descend pas sous la barre des 16 °C.
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	INTRODUCTION1
1.1	MISE EN CONTEXTE
1.2	OBJECTIFS1
1.3	APPROCHE2
1.4	TERMINOLOGIE
2	DESCRIPTION DU PROJET9
2.1	SITE À L'ÉTUDE
2.2	VARIANTES ENVISAGÉES11
2.3	ACTIVITÉS ET INFRASTRUCTURES À CONSIDÉRER15
2.4	CALENDRIER ADOPTÉ ET HORIZON TEMPOREL22
3	IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES ALÉAS CLIMATIQUES23
3.1	DONNÉES CLIMATIQUES UTILISÉES23
3.2	CLIMAT HISTORIQUE25
3.3	SÉLECTION DES ALÉAS PERTINENTS28
3.4	TENDANCES RÉCENTES30
3.5	ÉVOLUTION FUTURE DES ALÉAS RETENUS31
3.6	ÉVALUATION DE L'EXPOSITION37
4	IDENTIFICATION DES COMPOSANTES VULNÉRABLES41
4.1	INTERACTIONS ENTRE LE PROJET ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES41
4.2	IMPACTS POTENTIELS41
5	DESCRIPTION DES CONSÉQUENCES POUR LE PROJET ET SON MILIEU DE RÉALISATION45
6	DESCRIPTION ET ÉVALUATION DES RISQUES53



6.1	PROBABILITÉ ET SÉLECTION DES IMPACTS	53
6.2	SÉVÉRITÉ DES IMPACTS ET POINTAGE INITIAL DES RISQUES	54
6.3	OCCASIONS À SAISIR	56
7	MESURES D'ADAPTATION ET NIVEAU DE RISQUE RÉSIDUEL	57
8	CONCLUSION	61
RÉF	ÉRENCES	63



TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAUX	
TABLEAU 1	GRILLE D'ÉVALUATION COMPLÈTE DE L'ANALYSE DES RISQUES CLIMATIQUES5
TABLEAU 2	MATRICE D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ7
TABLEAU 3	MATRICE D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ DES IMPACTS POTENTIELS7
TABLEAU 4	MATRICE D'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES7
TABLEAU 5	PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES ZONES D'EXTRACTION DE LA MINE WINDFALL 15
TABLEAU 6	STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES CONSULTÉES23
TABLEAU 7	DESCRIPTION DES SSP25
TABLEAU 8	INTERVALLES DE TEMPS DES PRINCIPAUX PORTAILS D'INFORMATION UTILISÉS25
TABLEAU 9	NORMALES CLIMATIQUES MENSUELLES À PROXIMITÉ DE L'EMPLACEMENT DU PROJET (1981-2010)26
TABLEAU 10	ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES RECENSÉS À PROXIMITÉ DU PROJET27
TABLEAU 11	ALÉAS CLIMATIQUES SUSCEPTIBLES D'AVOIR UN IMPACT SUR LE PROJET ET SON MILIEU DE RÉALISATION28
TABLEAU 12	TENDANCES OBSERVÉES DANS LES INDICATEURS DES EXTRÊMES CLIMATIQUES À PROXIMITÉ DU SITE WINDFALL, 1962-202131
TABLEAU 13	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS AUX PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL32
TABLEAU 14	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS À L'ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL32



TABLEAU 15	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS AUX TEMPÉRATURES ESTIVALES ÉLEVÉES POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL33
TABLEAU 16	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS À LA SÉCHERESSE DES SOLS ET LES FEUX DE FORÊT POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL34
TABLEAU 17	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS AUX CYCLES DE GEL-DÉGEL ET AU REDOUX HIVERNAL POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL35
TABLEAU 18	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS AUX VAGUES DE FROID EXTRÊME POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL36
TABLEAU 19	PROJECTIONS À L'HORIZON 2050 DES INDICATEURS CLIMATIQUES LIÉS À LA MODIFICATION DU RÉGIME DE PRÉCIPITATIONS HIVERNALES POUR LE SITE DU PROJET MINIER WINDFALL
TABLEAU 20	POINTAGES DE PROBABILITÉ DE CHANGEMENT À COURT TERME DE L'OCCURRENCE DES ALÉAS CLIMATIQUES AUXQUELS LE PROJET EST EXPOSÉ38
TABLEAU 21	INTERACTIONS PRISES EN COMPTE ENTRE LES ALÉAS CLIMATIQUES CONSIDÉRÉS ET LES COMPOSANTES DU PROJET41
TABLEAU 22	LISTE DES IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIÉS43
TABLEAU 23	POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ47
TABLEAU 24	POINTAGE DE PROBABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ53
TABLEAU 25	POINTAGE DE SÉVÉRITÉ DE CHAQUE IMPACT RETENU55
TABLEAU 26	POINTAGE DE RISQUE INITIAL DE CHAQUE IMPACT RETENU55
TABLEAU 27	MESURES D'ADAPTATION PROPOSÉES POUR LES RISQUES MODÉRÉS, ÉLEVÉS ET TRÈS ÉLEVÉS59



TABLE DES MATIÈRES (suite)

FIGURES	
FIGURE 1	CADRE D'ÉVALUATION DU RISQUE SELON LES TRAVAUX DU GIEC2
FIGURE 2	TORNADES RÉPERTORIÉES ENTRE 2017 ET 2021 DANS LA GRANDE RÉGION DU PROJET27
FIGURE 3	RÉPARTITION DES ZONES DE PERGÉLISOL À PROXIMITÉ DU PROJET29
FIGURE 4	TENDANCES OBSERVÉES DANS (A) LA TEMPÉRATURE MENSUELLE MOYENNE ET (B) LES PRÉCIPITATIONS MENSUELLES MOYENNES POUR LA PÉRIODE 1962-202130
FIGURE 5	FEUX DE FORÊT RECENSÉS À PROXIMITÉ DE L'EMPLACEMENT DU PROJET DEPUIS 197634
CARTES	
CARTE 1	EMPLACEMENT DU PROJET10
CARTE 2	BASSINS VERSANTS PRINCIPAUX ET ÉCOULEMENTS DES EAUX DE SURFACES SUR LE SITE13
CARTE 3	PLAN DES INFRASTRUCTURES DU PROJET17

ANNEXE

A ÉTABLISSEMENT DE LA TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

En tant que société d'exploration minière et de mise en valeur de propriétés de ressources de métaux précieux au Canada, Minière Osisko inc. (Osisko) souhaite mettre en exploitation un complexe minier comprenant une mine souterraine, afin d'y extraire de l'or et de procéder à son traitement sur place.

Le projet minier Windfall est situé au nord du 49e parallèle dans la région administrative du Nord-du-Québec, sur des terres de la catégorie III du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Le site minier se trouve à environ 270 km de la ville de Val-d'Or et à 115 km à l'est de la ville de Lebel-sur-Quévillon (carte 1), une région reconnue pour ses gisements d'or, de cuivre et de zinc.

Le projet est soumis à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de l'article 153 du chapitre II de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE; L.R.Q., c. Q 2), qui documente les dispositions applicables à la région de la Baie-James et du Nord québécois, en lien avec la convention du même nom. Le projet n'est pas assujetti à une évaluation environnementale fédérale sous la Loi sur l'évaluation d'impact (L.C., 2019, ch. 28, art. 1) en application du Règlement sur les activités concrètes (art. 18, alinéa c), puisque la production prévue de cette nouvelle mine d'or est de moins de 5 000 tonnes par jour (t/ jour).

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 impact sur l'environnement via l'Annexe II de la LQE. Cette nouvelle exigence se décline en deux volets : d'une part, l'étude d'impact doit évaluer la contribution du projet aux émissions de gaz à effet de serre (GES) et identifier les possibilités de réduction de ces émissions. D'autre part, l'étude d'impact doit également évaluer les impacts des changements climatiques anticipés sur le projet de même que sur son milieu de réalisation, et identifier les mesures d'adaptation adéquates, et ce, pour toute la durée de vie du projet. Ce mandat s'inscrit à ce titre dans ce deuxième volet. Cette exigence se retrouve d'ailleurs dans la Directive émise par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) pour le projet (MELCC, 2022).

1.2 OBJECTIFS

L'objectif du mandat est de réaliser une étude de résilience aux changements climatiques en conformité avec les lignes directrices du document « Les changements climatiques et l'évaluation environnementale : Guide à l'intention de l'initiateur du projet » (le Guide) du MELCCFP (MELCC, 2021). Plus précisément, les objectifs spécifiques de ce rapport sont :

- d'évaluer les risques climatiques liés au choix du site retenu (p. ex. feux de forêt, zones inondables, etc.);
- d'identifier et d'évaluer les différents risques liés aux changements climatiques pour toutes les composantes du projet, et ce, pour les différentes phases de sa durée de vie (construction, exploitation, fermeture);
- de déterminer si des mesures d'adaptation doivent être mises en place pour atténuer les risques identifiés.

La méthodologie préconisée afin d'atteindre ces objectifs suit rigoureusement les étapes proposées par le Guide du MELCCFP, tout en étant conforme aux exigences de la norme ISO 31000:2018 (ISO 31000, 2018) sur la gestion des risques et de la norme ISO 14091:2021 (ISO 14091, 2021) sur l'adaptation aux changements climatiques. Elle consiste en cinq étapes :

- Étape 1 : Identification et description des aléas climatiques susceptibles d'entraîner des répercussions sur le projet ou de modifier ses impacts sur le milieu.
- Étape 2: Identification des composantes du projet susceptibles d'être affectées par ces aléas.
- Étape 3: Description des conséquences pour le projet et son milieu de réalisation.
- Étape 4 : Description et évaluation des impacts et des risques.
- Étape 5 : Proposition de mesures d'adaptation afin de diminuer le niveau des risques identifiés.

1.3 APPROCHE

La figure 1 présente le cadre d'évaluation du risque découlant des travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014; 2022), lequel définit le niveau de risque comme étant le produit de la probabilité d'observer des impacts climatiques sur le projet avec la sévérité de leurs conséquences. L'évaluation de la résilience aux changements climatiques vise à identifier les principales vulnérabilités du projet associées au climat, d'identifier les risques et les occasions associés à ces vulnérabilités et de proposer des mesures de contrôle et d'adaptation pouvant réduire ces risques.

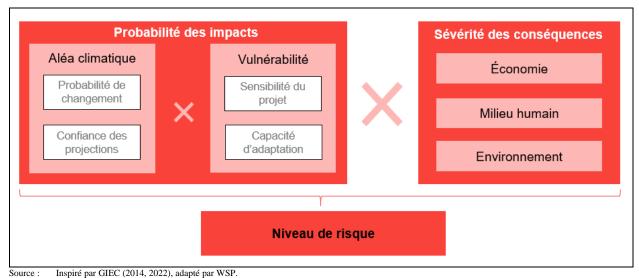


Figure 1 Cadre d'évaluation du risque selon les travaux du GIEC

L'approche proposée par le Guide du MELCCFP est donc mise ici en relation avec la définition du risque du GIEC et chaque étape peut se détailler par les tâches suivantes (MELCC, 2021) (les sections correspondantes du présent rapport sont indiquées entre parenthèses):

ÉTAPE PRÉLIMINAIRE:

 Description du projet, de ses composantes, de son milieu d'insertion, de sa durée de vie et des codes en vigueur (section 2).

ÉTAPE 1:

- Description du climat actuel et des tendances récentes observées dans la région de réalisation du projet (section 3.2).
- Identification des aléas climatiques pertinents pour le projet (section 3.3).
- Établissement, à l'aide de projections climatiques, de la probabilité d'occurrence de ces aléas climatiques, menant à une évaluation du niveau d'exposition du projet (sections 3.4 et 3.5).

ÉTAPE 2:

- Identification des composantes vulnérables du projet à chaque aléa climatique étudié à l'Étape 1 (section 4.1).
- Identification des impacts potentiels liés aux aléas climatiques identifiés sur les diverses composantes et infrastructures du projet (section 4.2).

ÉTAPE 3:

- Évaluation implicite de la sensibilité pour chaque impact potentiel compte tenu des critères et des seuils de conception des infrastructures et du milieu de réalisation (c.-à-d., le potentiel du projet à être exposé et affecté par les aléas climatiques identifiés, en fonction des mesures d'atténuation et d'adaptation déjà mises en place).
- Évaluation implicite de la capacité d'adaptation des composantes du projet (c.-à-d., 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 ou pour faire face aux impacts les plus conséquents).
- Combinaison de l'évaluation de la sensibilité et de la capacité d'adaptation pour obtenir le niveau de vulnérabilité pour chaque impact potentiel (section 5).

ÉTAPE 4:

- Évaluation de la probabilité de chaque impact potentiel (les impacts potentiels avec une probabilité d'impact modérée, élevée ou très élevée sont pris en compte pour compléter l'évaluation des risques; les impacts peu probables ne sont plus considérés pour le reste de l'analyse (section 6.1).
- Évaluation de la sévérité de chaque impact d'un point de vue économique, social et environnemental (section 6.2).
- Établissement du niveau de risque initial par le croisement de la probabilité et de la sévérité de chaque impact (section 6.2).

ÉTAPE 5:

- Considération des risques identifiés avec un niveau modéré, élevé ou très élevé afin de déterminer les mesures de contrôle et d'adaptation existantes et supplémentaires à adopter (section 7).
- Établissement du niveau de risque résiduel à la suite de la prise en compte éventuelle de ces mesures (section 7).

Cette approche est conforme aux exigences provinciales, qui conseillent une évaluation avec un niveau de détail modulé par la complexité du projet et par la disponibilité de l'information.

1.4 TERMINOLOGIE

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 au tableau 1. La probabilité de changement des aléas climatiques est pondérée par un niveau de confiance envers les jeux de données utilisés pour construire les projections climatiques. Le niveau de confiance est évalué par le jugement professionnel de nos experts qui se basent sur différents critères (p. ex. résolution spatiotemporelle des projections climatiques utilisées, applicabilité des techniques de modélisation pour représenter un indicateur, etc.) :

- Si la confiance est considérée moyenne, une pénalité de -0,5 est appliquée;
- Dans le cas où la confiance est faible, la pénalité appliquée est de -1.

Cette pondération permet de prendre en compte les faux « positifs » et les faux « négatifs » des tendances climatiques futures reconnues. En d'autres termes, un changement marqué des conditions climatiques identifié par un jeu de données peu fiable est à considérer avec prudence. Au contraire lorsqu'un jeu de données est très fiable, un changement non significatif ne devrait pas être sous-estimé.

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).

Par définition, la notion de risque représente des pertes potentielles humaines, des cas de blessures ou des dommages (voire la destruction) 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 sensibilité et de la capacité d'adaptation. En d'autres termes, 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 initial qui existe avant d'envisager la mise en place de mesures de contrôle et d'adaptation qui ne sont pas encore prévues lors de la construction et des opérations du projet.

La probabilité de l'impact potentiel, la sévérité des conséquences de celui-ci ainsi que le niveau de risque sont également 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 3).

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 1; Infrastructure Canada, 2019). La sévérité des conséquences est systématiquement évaluée selon un point de vue économique, social et environnemental (voir annexe A pour une description détaillée de l'échelle utilisée pour chaque secteur). Selon les pointages de probabilité des impacts et de sévérité des conséquences, chaque risque a été placé dans une matrice d'évaluation permettant d'évaluer son niveau général (tableau 4 et dernière colonne du tableau 1). Une notion d'occasion à saisir 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.

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

NIV-11	CARACTÉRISAT	ION DE L'ALÉA	ÉVALUATION DE L	A VULNÉRABILITÉ		DIO CUE
NIVEAU	PROBABILITÉ	CONFIANCE	SENSIBILITÉ	CAPACITÉ D'ADAPTATION	SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES	RISQUE
	Très basse	Faible (-1)	Très basse	Très haute	Très faible	Négligeable
1	 Ne se produira pas durant la période. Ne deviendra pas critique/bénéfique durant la période. 	 La source des données présente certains défauts et les projections ont des 	 Les probabilités que le projet soit affecté par l'aléa sont minimales. 	 Les mesures d'adaptation sont très facilement mises en place et efficaces. 	 Pourrait légèrement affecter ou non la qualité de vie des personnes Pourrait mener ou non des impacts limités en intensité et spatialement ou n'a pas d'impact 	 Événement ne requérant pas de considération supplémentaire.
	Basse	incertitudes relativement grandes.	Basse	Haute	Faible	Faible
2	 Surviendra probablement une fois entre 30 et 50 ans. Deviendra probablement critique d'ici 30- 50 ans. 	 Les résultats proviennent de la littérature scientifique et les marges d'incertitudes ne sont pas spécifiées. 	 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 sont facilement mises en place et efficaces. 	 Pourrait affecter la qualité de vie des personnes de manière temporaire. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux localisés et réversibles. 	 Mesures de contrôle probablement non requises.
	Modérée	Moyenne (-0,5)	Modérée	Modérée	Moyenne	Modéré
3	 Surviendra probablement entre 10 et 30 ans. Deviendra probablement critique d'ici 10 à 30 ans. 	La source des données est fiable, mais les projections ont des incertitudes relativement grandes.	 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, 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.
	Haute	La source des données présente certains	Haute	Basse	Élevée	Élevé
4	 Surviendra probablement une fois d'ici 10 ans. Deviendra probablement critique d'ici 10 ans. 	défauts, mais les projections ont des incertitudes relativement petites. Les résultats proviennent directement de la littérature scientifique.	 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.
	Très haute	Élevée (-0)	Très haute	Très basse	Très élevée	Très élevée
5	 Surviendra probablement une fois annuellement ou plus. Deviendra un facteur critique/bénéfique d'ici moins de 10 ans. 	 La source des données est fiable. Un nombre suffisant de modèles climatiques a été utilisé Les projections ont des incertitudes relativement faibles. 	 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 société. 	 Mesures de contrôle immédiates requises.
					Positive	Occasion
Occasion à saisir	Selon les catégories ci-dessus	Selon les catégories ci-dessus	Selon les catégories ci-dessus	Selon les catégories ci-dessus	 Gain en qualité de vie. Occasion économique ou environnementale. 	 Mesures pour saisir l'occasion recommandée.

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

Tableau 2 Matrice d'évaluation de la vulnérabilité

VULNÉRABILITÉ		ÉCHELLE DE SENSIBILITÉ				
		Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
	Très basse	Très basse	Basse	Modérée	Élevée	Très élevée
	Basse	Très basse	Basse	Modérée	Élevée	Élevée
Échelle de capacité d'adaptation	Modérée	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Élevée
u adaptation	Haute	Très basse	Très basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très haute	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source: Basé sur GIEC (2014, 2022), adapté par WSP.

Tableau 3 Matrice d'évaluation de la probabilité des impacts potentiels

PROBABILITÉ DE L'IMPACT POTENTIEL		ÉCHELLE DE VULNÉRABILITÉ				
		Très basse	Basse	Modérée	Élevée	Très élevée
	Très haute	Modérée	Modérée	Haute	Très haute	Très haute
	Haute	Basse	Modérée	Haute	Haute	Très haute
Échelle de changement de l'aléa climatique	Modérée	Basse	Basse	Modérée	Haute	Haute
de l'alea cilillatique	Basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très basse	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source: Basé sur GIEC (2014, 2022), adapté par WSP.

Tableau 4 Matrice d'évaluation des risques climatiques

NIVEAU DE RISQUE		SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES				
		Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée
	Très haute	Modérée	Modéré	Élevé	Extrême	Extrême
	Haute	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Extrême
Probabilité de l'impact	Modérée	Faible	Faible	Modéré	Élevé	Élevé
	Basse	Négligeable	Faible	Faible	Modéré	Modéré
	Très basse	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Modéré

Source : Basé sur GIEC (2014, 2022), adapté par WSP.

Les risques modérés ne remettent pas en question la faisabilité ou la viabilité du projet, mais des coûts supplémentaires et des actions pourraient être nécessaires pour remédier à la situation. Quant aux risques élevés, des actions de plus grande ampleur pourraient être nécessaires pour remédier à la situation. Cela pourrait, dans certains cas, affecter la rentabilité ou encore la faisabilité du projet; des impacts significatifs sur les milieux naturel et humain sont à prévoir. Finalement, les risques très élevés pourraient provoquer une remise en question de la faisabilité ou la viabilité du projet. Ce niveau de risque correspond également aux événements où le risque pour la protection de l'environnement est grand (p. ex. contamination, déversement majeur, pollution des cours d'eau, etc.) et où les impacts sur les milieux naturel et humain pourraient être ressentis à long terme.

2 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet consiste en la construction d'un complexe minier d'extraction et de traitement du minerai aurifère. La mine souterraine sera accessible par deux rampes et son exploitation par galerie sera de type conventionnel, tant au niveau des méthodes de forage, de dynamitage, de chargement que de transport du minerai. L'actuel plan minier d'Osisko prévoit l'extraction d'environ 12,2 Mt de minerai ainsi que 8,49 Mt de roches stériles sur la totalité de la période d'exploitation de la mine, soit 10 ans. Environ 3 400 t/j nominal de minerai seront traitées à l'usine de traitement du minerai; Osisko prévoit une utilisation annuelle de l'usine à 92 % du temps. Il est à noter qu'en raison de l'historique du site, les infrastructures minières suivantes sont déjà présentes sur le site : une halde à stériles imperméabilisée dédiée au minerai et aux stériles, une halde de mort-terrain, un portail de rampe datant de 2008, une installation de traitement de l'eau avec géotubes, deux bassins de sédimentation de même qu'un bassin de polissage. De plus, avec la poursuite des activités de l'échantillonnage en vrac, trois nouveaux bassins seront construits en 2023 ainsi qu'une nouvelle usine de traitement de l'eau. On retrouve également, au sud du site, un complexe de camp pour les travailleurs œuvrant à la phase d'exploration minière; celui-ci n'est néanmoins pas visé par la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et est par conséquent exclu de la présente analyse.

Le chapitre 2 présente les caractéristiques générales du milieu de réalisation du projet, décrit les variantes qui ont été envisagées par Osisko ainsi que les activités et infrastructures considérées dans le cadre de la présente étude, et résume le calendrier de réalisation du projet. Cette description du projet est basée sur les informations disponibles en date de novembre 2022; les résultats et recommandations de la présente étude pourraient par conséquent varier advenant une modification à une ou plusieurs composantes du projet.

2.1 SITE À L'ÉTUDE

Le site du projet est situé sur des terres de catégorie III¹ du territoire du gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James (GREIBJ), à 115 km à vol d'oiseau à l'est de la ville de Lebel-sur-Quévillon (carte 1), dans la région administrative du Nord-du-Québec, à moins de 10 km au nord de la limite administrative avec la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Plus précisément, le projet est localisé aux coordonnées géographiques suivantes :

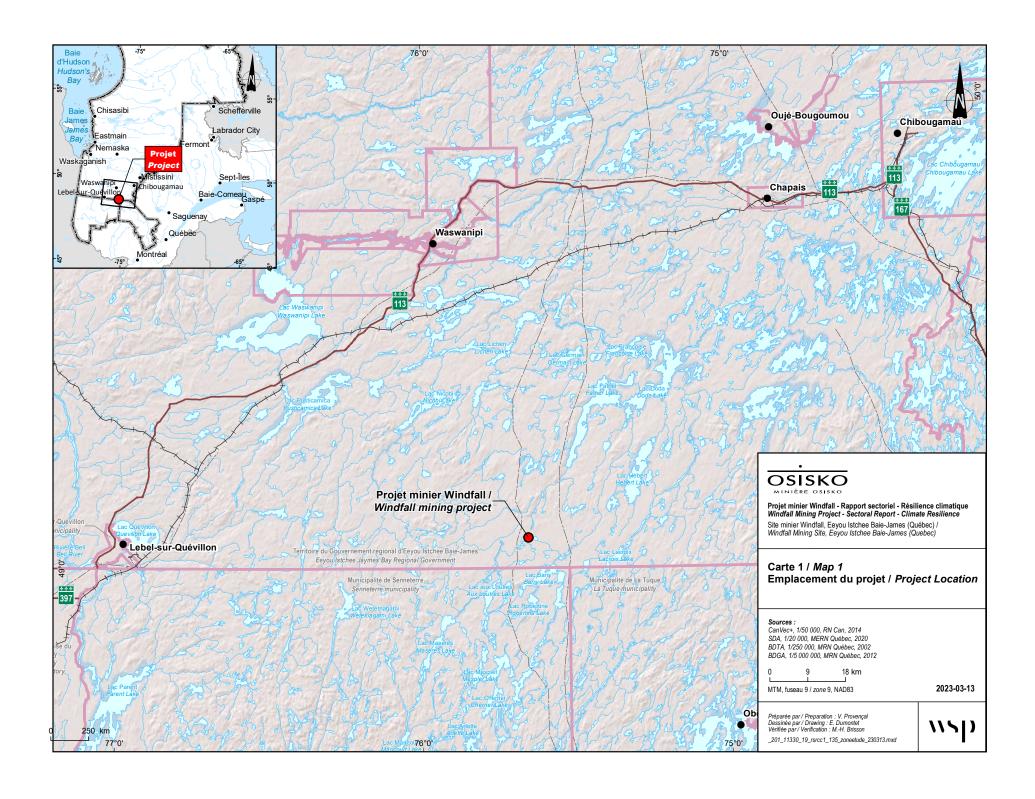
latitude : 49° 04' 10'' N;

longitude : 75° 39' 14" O.

Le complexe minier est accessible par véhicule à partir de Lebel-sur-Quévillon grâce aux chemins forestiers R-1000 (Km 12), R-5000 (Km 66) et R-6000 (Km 112). Il est également possible de se rendre au site à partir de la ville de Chapais en empruntant la route forestière R-1009 sur une distance d'environ 150 km. Le secteur, aux vocations minière et forestière, n'est pas habité et par conséquent peu fréquenté, outre par les communautés cries de la région qui y pratiquent notamment le trappage. On y dénote la présence de deux chalets (un situé aux abords du lac SN1 et l'autre sur les rives du lac Windfall) ainsi que d'un campement de maître de trappage au sud du site.

Le site à l'étude, qui est entouré de nombreux lacs et cours d'eau, se situe dans le bassin versant de niveau 1 de la rivière Nottaway de la région hydrographique des baies de Hannah et de Rupert, qui s'écoule vers le nord-ouest en direction de la baie James (MELCC, 2022a).

Ces terres sont accessibles à toutes les communautés, mais la population autochtone conserve des droits d'exclusivité de chasse, de pêche et de piégeage sur certaines espèces aquatiques et à fourrure.



La portion nord de la propriété est comprise dans le bassin versant de niveau 2 de la rivière Waswanipi, alors que la portion sud, où la plupart des infrastructures seront construites, fait partie du bassin versant de niveau 2 de la rivière Bell (MFFP, 2022).

Le relief environnant, typique de la région physiographique des basses-terres de l'Abitibi et de la baie James, est peu accidenté et est caractérisé par la présence de coteaux à faible pente n'atteignant pas 500 m d'altitude; l'élévation du site du projet est d'environ 400 m au-dessus du niveau de la mer. En raison de la topographie du site, l'écoulement des eaux de surface se réalise donc sur trois faces, soit en direction sud-est, sud-ouest et nord (carte 2).

La plupart des dépôts de surface de la région sont constitués de till indifférencié et de dépôts glaciolacustres d'eau peu profonde mis en place par le lac Ojibway au début de l'Holocène (MELCC, 2022b). Cela est également le cas à l'emplacement du projet, où les sédiments retrouvés sont constitués en majorité de sable et de gravier (portion nord du site) ainsi que de till (portion est du site). Les études géotechniques réalisées dans le cadre du projet ont révélé une stratigraphie composée d'une couche organique variant entre 0,5 m et 2 m, suivie d'une couche de sable de granulométrie fine à moyenne présentant des traces de gravier et de silt d'une épaisseur de 1 m à 8 m recouvrant le roc (BBA *et al.*, 2021).

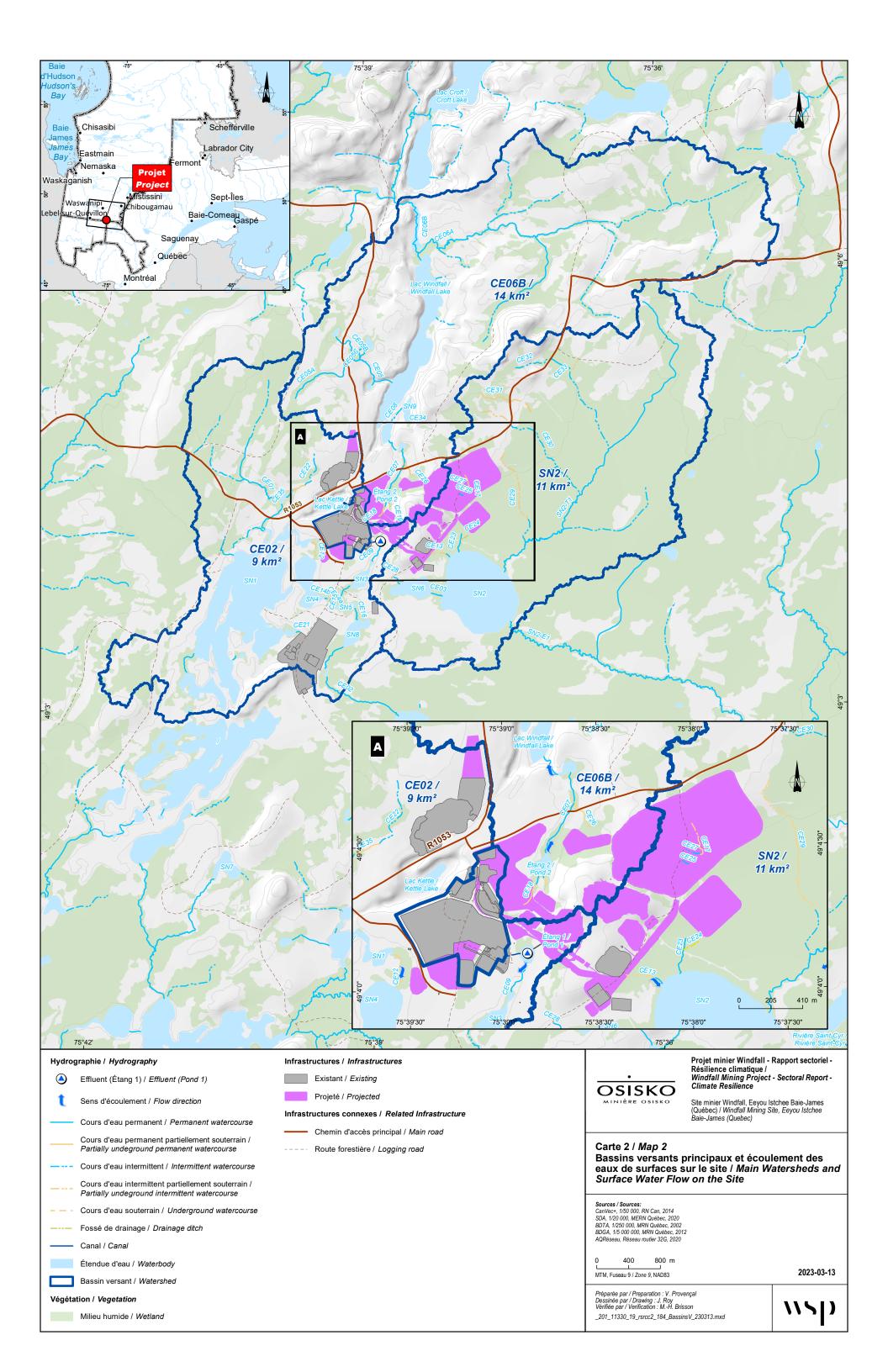
La végétation entourant le site du complexe minier est majoritairement constituée de groupements forestiers en régénération dominés par l'épinette noire et le pin gris, parfois en association avec le bouleau blanc. On retrouve des bandes boisées constituées de milieux terrestres (pessières noires sur mousse) et de milieux humides (tourbières), épargnées par les coupes forestières, à proximité des cours d'eau de la région. D'importants milieux humides ont également été répertoriés aux abords du site du projet.

2.2 VARIANTES ENVISAGÉES

Comme spécifié dans la directive du MELCCFP pour la préparation de l'ÉIE du projet (MELCC, 2022), deux types de variantes sont à considérer par Osisko : (i) les variantes d'emplacement des principales infrastructures; et (ii) les variantes de technologie utilisée.

Concernant les principales infrastructures du projet, des variantes ont été envisagées pour la localisation de l'usine de traitement du minerai ainsi que pour l'emplacement du parc à résidus, des haldes à stériles, des aires d'accumulation (minerai et mort-terrain) et de l'effluent final. Considérant l'échelle à laquelle les projections climatiques sont disponibles (résolution de 1:50 000 ou grille d'environ 10 km par 10 km, selon le portail de données utilisé), seules les variantes d'emplacement de localisation de l'usine de traitement du minerai peuvent avoir une incidence différente sur la présente analyse. En effet, une des variantes envisagées consistait en la construction de l'usine à Lebel-sur-Quévillon, à 115 km du site Windfall, ce qui aurait pu modifier l'évaluation de l'exposition (voir section 3.6) de cette infrastructure aux aléas climatiques. Osisko a plutôt opté pour que l'usine de traitement du minerai soit construite à même le site minier; par conséquent, l'évaluation de l'exposition est la même pour toutes les infrastructures à l'étude.

En ce qui a trait aux variantes de technologie utilisée, nous émettons l'hypothèse que les facteurs de majoration appropriés sont intégrés par les ingénieurs dans l'établissement des critères de conception des différentes infrastructures. Le choix d'une gestion des résidus miniers selon le principe de l'empilage à sec (*dry stacking*) implique que l'analyse de la résilience du projet n'a pas à considérer la présence d'une digue, comme c'est le cas lorsque le mode de gestion conventionnelle est retenu pour un parc à résidus.



2.3 ACTIVITÉS ET INFRASTRUCTURES À CONSIDÉRER

La présente étude de résilience climatique porte sur l'ensemble des activités liées aux phases de construction, d'exploitation ainsi que de fermeture et de restauration du complexe minier Windfall, de même que sur les installations actuelles et projetées du projet. Les impacts pris en compte sont ceux agissant sur la santé et la sécurité des travailleurs, le rendement économique des activités ainsi que sur l'intégrité des infrastructures, de l'environnement et des écosystèmes.

ACTIVITÉS

Les activités considérées dans l'analyse sont :

- En phase de construction : (i) le décapage et le déboisement additionnel de certaines aires du site pour permettre la mise en place des installations; (ii) les diverses activités en lien avec l'organisation du chantier, notamment la réfection de chemins existants et la mise à niveau d'infrastructures électriques en place (groupes électrogènes et réseau de distribution électrique); et (iii) la construction même des installations.
- En phase d'exploitation : (i) les activités reliées au processus d'extraction du minerai, soit le forage, le dynamitage, le chargement et le halage du minerai et de la roche stérile vers la surface, le pompage de l'eau d'exhaure afin d'assurer le maintien à sec des galeries ainsi que le remblayage de celles-ci; (ii) le concassage et le traitement du minerai; de même que (iii) l'assèchement et l'entreposage des résidus ainsi que la gestion des stériles.
- En phase de fermeture : (i) le démantèlement des infrastructures et des bâtiments existants, incluant les travaux de décontamination et la disposition des matières résiduelles résidus hors site; (ii) les travaux d'obturation des ouvertures et la restauration du parc à résidus et de la halde à stériles; (iii) la mise en végétation des zones affectées; et (iv) le suivi environnemental pendant les travaux de restauration et pour les dix années suivantes au minimum.

L'emplacement des infrastructures prises en compte est indiqué à la carte 3. Pour les besoins de l'analyse, celles-ci ont été regroupées en six catégories; une description sommaire en est faite ci-dessous.

INFRASTRUCTURES MINIÈRES

La mine souterraine sera constituée de deux zones d'extraction, soit la zone principale et la zone Lynx, qui seront reliées entre elles près de la surface par des infrastructures existantes ainsi que par une passerelle située au niveau 120. Le portail principal (existant), situé du côté ouest du gisement, ne contiendra qu'une seule rampe d'accès. Le portail Lynx, qui se trouvera quant à lui à l'est du gisement, comportera une rampe d'accès également. Les rampes des deux portails seront surmontées d'un toit afin d'éviter que la neige ne s'y accumule durant la saison hivernale. Le tableau 5 présente les principales caractéristiques de chacune des zones d'extraction.

Tableau 5 Principales caractéristiques des zones d'extraction de la mine Windfall

	PORTAIL PRINCIPAL	PORTAIL LYNX
Localisation	Côté ouest du gisement	Côté est du gisement
Zones comprises	Caribou, Zone 27, Mallard,	Bobcat, Lynx 4, Lynx Main et
Zories comprises	F-Zone et Underdog	Triple Lynx
Profondeur	1 028 m	1 090 m
Nombre de niveaux	42	52
Espacement entre les niveaux	20 m	20 m
Développement latéral	69 km	108 km
Extraction mineral	2,5 Mt	7,2 Mt

Source: BBA et al. (2021).

La ventilation des tunnels et galeries de la mine sera assurée par quatre cheminées équipées de ventilateurs qui créeront un système de traction permettant l'aspiration d'air frais à partir des rampes d'accès. L'air vicié sera extrait de la mine à l'aide de deux ventilateurs principaux installés en surface, à l'extrémité des monteries d'évacuation de chacune des zones d'extraction. De courtes monteries situées près de l'entrée des portails d'accès à la mine permettront de fournir un apport en air chaud dans les rampes d'accès durant les mois d'hiver. Le système de ventilation sera complété par plusieurs ventilateurs d'appoint afin de maintenir une circulation d'air adéquate dans toute la mine.

Les infrastructures minières de surface considérées pour l'analyse comprennent les haldes à mort-terrain, à stériles et à minerai, ainsi que le parc à résidus et les bancs d'emprunt. Une partie du mort-terrain sera réutilisé par Osisko lors de la phase de construction, notamment pour l'aménagement des bermes et certaines sections du site. Le surplus sera empilé à proximité du parc à résidus, ce qui facilitera l'accès au mort-terrain lors de la restauration du parc à résidus.

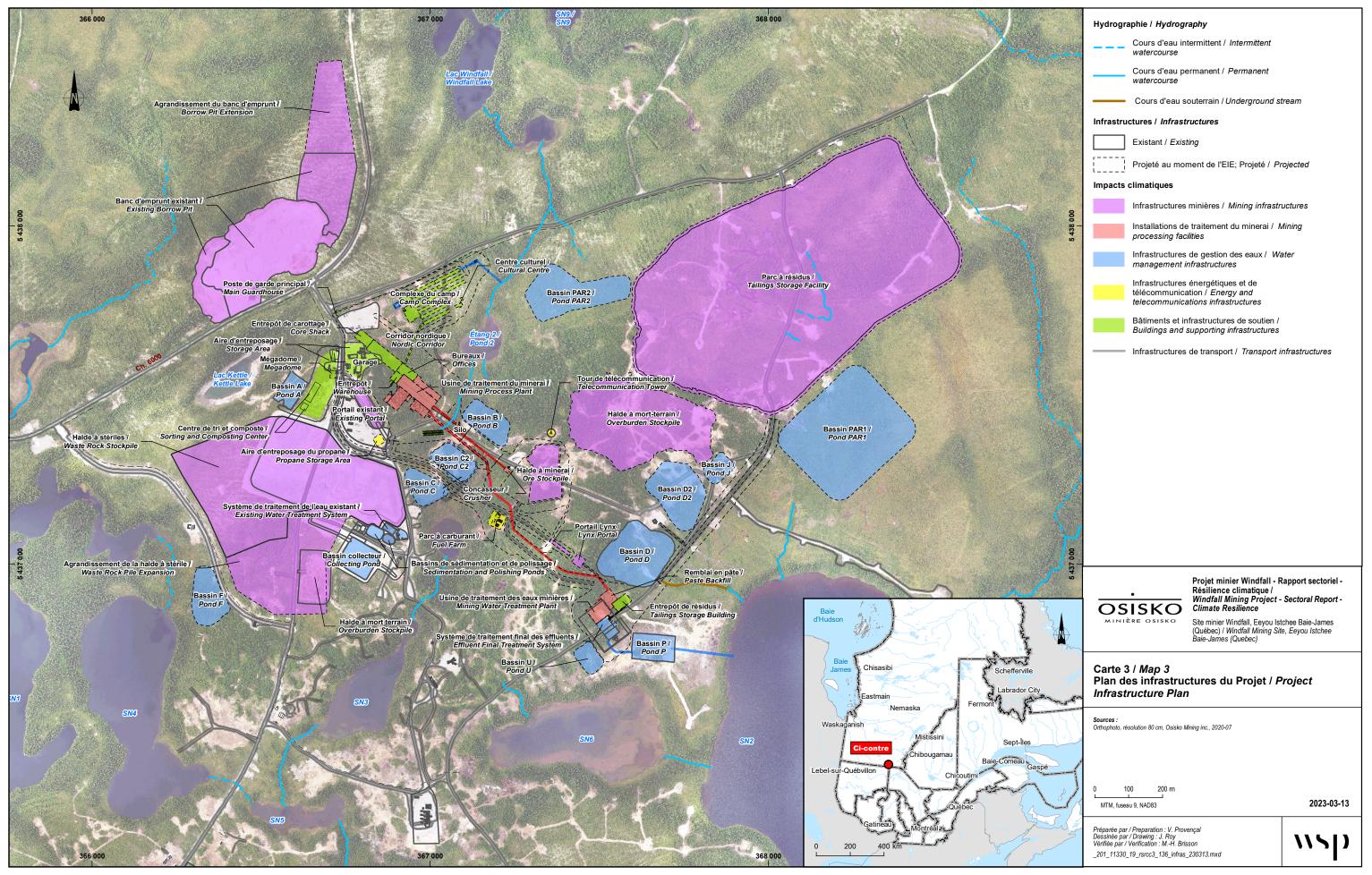
Tout comme le mort-terrain, les roches issues du dynamitage des surfaces dégagées lors de la construction de la mine seront réutilisées pour la construction des infrastructures lorsque possible. Le roc en surplus ainsi que le stérile extrait durant la phase d'exploitation de la mine seront soit gardés sous terre dans les chantiers épuisés, soit accumulés dans la halde à stériles dont la capacité prévue est de 9 Mt. Celle-ci sera complètement séparée du parc à résidus et sera construite dans l'extension de la halde actuelle, dans la portion ouest du site, à proximité du portail principal. Une aire d'accumulation temporaire du minerai sera construite aux abords du concasseur; la capacité prévue de cette halde à minerai est de 157 750 t, soit l'équivalent de 46 jours de production en considérant le taux nominal de production.

La gestion des résidus miniers sera réalisée selon le principe de l'empilage à sec (*dry stacking*). Une fois les résidus miniers filtrés (voir sous-section suivante), ceux-ci seront transportés par camion vers le secteur nord-est du complexe minier. Le parc à résidus filtrés, d'une capacité totale de 9 Mt, sera construit en trois phases, d'ouest en est, afin d'éviter qu'une trop grande superficie ne soit exposée à un même moment. Les travaux de fermeture et de restauration des cellules seront entrepris dès qu'une d'entre elles aura atteint sa pleine capacité.

INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DU MINERAI

Le minerai extrait sera acheminé par camion jusqu'au concasseur puis, une fois concassé, transporté par convoyeurs fermés vers un silo d'entreposage d'une capacité de 1 500 t, soit l'équivalent de 12 heures de capacité nominale. Un second convoyeur fermé récupèrera le roc concassé du silo pour l'acheminer vers l'usine de traitement du minerai, où celui-ci sera broyé à l'aide d'un broyeur à boulets semi-autogène en circuit fermé avec cyclone. Un circuit de concentration gravimétrique, récupèrera l'or grossier de la sousverse du cyclone tandis que la surverse du cyclone sera traitée dans un circuit de lixiviation au cyanure. La solution chargée d'or et l'argent dissous seront ensuite acheminées dans un circuit d'adsorption-désorption-récupération, duquel seront produits des lingots de doré (alliage argent et or) à l'aide de cellules d'extraction électrolytique. L'usine de traitement du minerai comprendra également une zone de préparation des réactifs de même que des circuits de récupération des eaux de procédé.

Les résidus miniers seront épaissis puis une partie est acheminée par pipeline jusqu'à l'usine de filtration située dans la portion sud-est du site. Cette usine sera équipée de trois filtres-presses (dont deux seront en opération afin de répondre à la capacité requise par l'usine) qui filtreront et assècheront les résidus miniers. Selon les exigences de remblai de la mine, il est prévu que 39 % des résidus filtrés soient dirigés vers le circuit de production de pâte; les 61 % restants seront transportés par camion jusqu'au parc à résidus. Les eaux de traitement des résidus miniers ainsi que toutes les eaux de surface du site seront assainies dans l'UTE (usine de traitement des eaux) et l'effluent final se déversera dans l'Étang 1.



INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX

En raison de l'emplacement du site Windfall en tête de deux bassins versants et de la proximité de plusieurs lacs et cours d'eau, la gestion de l'eau constitue une facette importante du projet. Les principales infrastructures de gestion des eaux peuvent être regroupées en cinq systèmes : (i) le système d'approvisionnement en eau potable; (ii) les infrastructures de traitement des eaux domestiques; (iii) les infrastructures de gestion des eaux de contact et de surface; (iv) les infrastructures de gestion des eaux industrielles et de procédé.

L'usine de traitement du minerai et les bâtiments de soutien (voir sous-section ci-dessous) seront approvisionnés en eau potable provenant d'un puits à forer. L'eau pompée sera emmagasinée dans un réservoir et circulée dans un système de traitement au chlore avant d'être acheminée pour la consommation. Les eaux sanitaires de ces mêmes bâtiments seront également traitées dans un bioréacteur situé dans le secteur du campement.

Plusieurs fossés, ponceaux et bassins seront aménagés sur le site, permettant ainsi de recueillir les eaux de ruissellement et d'exfiltration des haldes et du parc à résidus et de les diriger vers l'UTE. Puisque le parc a été conçu selon le principe de l'empilage à sec, aucune digue de rétention ne sera construite. Il est à noter que les ouvrages de collecte et de rétention des eaux issues du parc à résidus ont été conçus selon les critères liés à une période de retour de 2 000 ans, contre une période de retour de 100 ans pour les ouvrages de collecte et de rétention des eaux issues des autres infrastructures minières de surface.

L'eau récoltée dans les bassins sera traitée au préalable puis pompée vers l'usine de traitement du minerai afin d'être utilisée dans le processus de traitement. Le surplus d'eau sera réacheminé vers l'usine de traitement des eaux pour y être assaini à nouveau avant d'être remis dans l'environnement. Le même principe s'applique aux eaux d'exhaure de la mine. Le système de gestion des eaux d'exhaure prévoit le traitement et la recirculation de l'eau claire à même les opérations souterraines, limitant ainsi le volume d'eau d'exhaure qui devra être pompé et traité à la surface.

Comme mentionné à la sous-section précédente, les eaux industrielles et de procédé de l'usine de traitement du minerai seront récupérées et réutilisées à même l'usine. Tout excédent sera dirigé vers l'usine de traitement des eaux.

INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES ET DE TÉLÉCOMMUNICATION

Actuellement alimenté en électricité par un groupe électrogène de génératrices diesel et une ligne de distribution aérienne de 13,8 kV, le site Windfall sera relié au réseau électrique régional via la nouvelle ligne de transmission électrique Kuikuhaacheu, un projet connexe au développement du site réalisé par la Première Nation crie de Waswanipi (CFNW). Cette ligne de transmission aérienne de 69 kV, qui approvisionnera le site ainsi que les secteurs avoisinants, sera financée, construite, exploitée et entretenue par l'entreprise Miyuukaa Corporation, une filiale en propriété exclusive de CFNW, à laquelle Osisko versera des frais de service à titre d'utilisateur. Puisque ce projet connexe n'est pas visé par l'ÉIE en cours, la présente analyse de résilience climatique se restreint aux infrastructures électriques appartenant à Osisko, soit celles de distribution électrique à même le site minier.

Les différentes installations requérant un apport électrique (usines, mine souterraine, campement, complexe multiservices, etc.) seront alimentées à 13,8 kV par des câbles de 15 kV sur des lignes aériennes, incluant la ligne de distribution actuelle qui sera conservée, le tout supporté par des pylônes en bois. Un appareillage de commutation de 13,8 kV de type AIS sera installé dans la salle électrique principale de l'usine de traitement du minerai, afin de fournir de l'énergie aux transformateurs 600 V et aux autres distributeurs dédiés aux circuits de concassage et de broyage qui nécessitent des pointes de puissance.

Lors de la phase d'exploitation, les génératrices actuelles seront repositionnées selon les besoins anticipés, assurant ainsi une redondance des services des installations essentielles, notamment l'usine de cyanuration, celle de filtration-remblai-traitement de l'eau ainsi que le campement.

Le parc à carburant (entreposage et distribution), composé de quatre réservoirs de diesel d'une capacité de 45 000 litres chacun et d'un réservoir à essence d'une capacité de 10 000 litres, sera situé à proximité du portail Lynx; ces réservoirs seront tous localisés à l'extérieur et seuls le panneau de contrôle ainsi que ses composantes électriques seront sous abri.

Les camions et véhicules se ravitailleront en surface, alors que les autres équipements miniers seront ravitaillés sous terre, à même les trois baies d'approvisionnement en carburant sous terre. Quant au propane nécessaire au chauffage et aux différentes activités du camp minier ainsi qu'à certaines installations, il sera entreposé dans six réservoirs (cinq d'une capacité de 20 000 USG et un d'une capacité de 40 000 USG) localisés aux endroits stratégiques sur le site. La distribution de propane sera assurée par un réseau de lignes enfouies.

Le réseau de télécommunication comprendra deux tours de télécommunication : une tour existante située à proximité de l'emplacement projeté du concasseur et une tour additionnelle à construire près du portail Lynx. Les communications entre les employés circulant sur le site se feront par Wi-Fi et par radio. Un système de communication FEMCO assurant un lien direct avec la surface sera disponible dans chaque station de refuge; un système de téléphone traditionnel sera également à disposition en cas d'urgence. L'équipe de sécurité aura également accès à un certain nombre de téléphones satellites en cas de pannes du réseau; ces téléphones satellites serviront également aux employés qui auraient à effectuer des travaux dans des secteurs du site non couverts par le Wi-Fi local.

La gestion de l'ensemble des opérations d'exploitation minière et de traitement sera effectuée à partir d'un centre d'opérations intégré (COI) situé dans la section sud-ouest du complexe multiservices. Toutes les zones du site Windfall, y compris l'usine de traitement, les opérations souterraines, la gestion des résidus de même que la gestion de l'eau seront intégrées au CIO. Concernant les opérations de chargement du minerai dans les galeries d'exploitation, celles-ci seront réalisées avec des pelles (scoop) télécommandées à partir du CIO.

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

L'accès au complexe minier se fera à partir du chemin forestier R-6000 situé au nord du site Windfall. À même le site, trois types de routes sont prévus :

- Route principale d'accès : Réaménagée à partir d'une route existante, cette route permettra un accès direct de la route R-6000 au campement et au bâtiment intégré abritant, notamment, l'usine de traitement du minerai, le garage ainsi que les bureaux administratifs.
- Routes de service : Destinées aux véhicules légers, ces routes d'une largeur de 5 m visent entre autres à faciliter
 l'inspection et le suivi des haldes, des bassins et des monteries de ventilation.
- Routes de halage: Ces routes, d'une largeur de 12 m, seront réservées pour le transport du minerai et des résidus secs par des camions miniers entre les portails Principal et Lynx et le concasseur, de même que vers la halde à stériles et le parc à résidus. Les véhicules légers seront autorisés à circuler sur certaines portions des routes de halage, sous réserve de procédures de sécurité spécifiques.

Le réaménagement des routes déjà présentes sur le site sera priorisé avant la construction de nouvelles routes; le matériel du banc d'emprunt sera utilisé pour la réalisation de ces travaux.

Les fossés des routes de halage seront équipés d'une géomembrane afin de capter tout contaminant potentiellement généré par les matériaux extraits de la mine. Comme mentionné, l'eau de contact des routes sera également recueillie dans les fossés et les bassins, puis pompée vers l'UTE.

L'hélisurface actuellement présente sur le site (au sud du campement d'exploration existant) sera conservée; celle-ci servira principalement pour les secours d'urgence.

BÂTIMENTS ET INFRASTRUCTURES DE SOUTIEN

Afin de favoriser les échanges et de réduire la probabilité d'une approche dite « en silos » au niveau des opérations de la mine, Osisko a priorisé la construction d'un bâtiment intégré (complexe multiservices) réunissant à la fois l'usine de traitement du minerai, l'entrepôt de pièces et équipements, le garage, la carothèque ainsi que les bureaux administratifs et le vestiaire des mineurs. Ce complexe multiservices sera relié au futur campement par un corridor nordique (passerelle fermée) permettant aux travailleurs de circuler à l'abri des intempéries. Ce corridor sera également utilisé pour amener les services électriques et autres au complexe du camp.

Le nouveau campement pourra accommoder 406 travailleurs; un potentiel d'agrandissement temporaire de trois des ailes du complexe porterait cette capacité à un total de 606 travailleurs lors de la période de construction. En plus des dortoirs, où chaque chambre sera équipée de sa propre salle de bain complète, le campement accueillera notamment la cafétéria, une salle communautaire, une salle de conditionnement physique, une infirmerie ainsi que les installations liées aux formations et exercices de sauvetage minier.

Un centre culturel pour les Premières Nations sera érigé à proximité du campement, dans un espace privé et isolé favorisant la contemplation et la réflexion. Le centre culturel comprendra un tipi de 10 m de diamètre à la base (structure non permanente), un bâtiment sanitaire abritant des salles de bains, de même qu'une maison de rassemblement accueillant un espace de rencontre et des aires pour la pratique d'activités traditionnelles.

Une aire de 8 000 m² dédiée à la gestion des matières résiduelles sera aménagée à proximité du portail Principal. Les matières résiduelles y seront triées et temporairement entreposées; des entrepreneurs spécialisés seront embauchés par Osisko afin de récupérer les matières résiduelles et de les acheminer vers les sites de disposition appropriés. Le site Windfall sera également équipé d'un composteur. Cette stratégie fera en sorte qu'aucune gestion des matières résiduelles ne sera nécessaire après la fermeture de la mine.

Une aire d'entreposage de 15 500 m² sera aménagée en face du bâtiment intégré, de l'autre côté de la route principale d'accès. Un mégadôme sera déplacé avant la tenue des travaux et positionné à l'extrémité nord de cette aire d'entreposage. Ces zones serviront à entreposer des produits et équipements (p. ex. pompes de rechange, équipement pour laboratoire) ainsi que des matériaux qui ne peuvent être entreposés à l'extérieur. Les 40 conteneurs qui seront mobilisés pour l'entreposage des matériaux lors de la phase de construction de la mine seront possiblement conservés une fois la phase d'exploitation entamée; ils serviront d'espace d'entreposage additionnel. À noter que les explosifs et le matériel nécessaires au décapage du roc seront entreposés sous terre selon les normes de sécurité requises.

Comme mentionné à la sous-section précédente, un seul point d'entrée permettra l'accès au site Windfall. Le poste de garde sera notamment équipé d'une barrière de contrôle, d'un système de surveillance par caméra ainsi que d'un système de communication par intercom.

2.4 CALENDRIER ADOPTÉ ET HORIZON TEMPOREL

Le calendrier de réalisation du projet se base sur l'hypothèse que les autorisations gouvernementales et les divers permis requis devraient être octroyés au plus tard au 2º trimestre 2024. Suivant ce calendrier, les travaux de construction de la mine se réaliseront au courant de 2024-2025, pour une mise en service de l'usine de traitement du minerai au 4º trimestre 2025. L'actuel plan minier d'Osisko prévoit que la mine Windfall sera en opération jusqu'en 2035. Les travaux de restauration s'échelonneront par la suite sur une période d'environ deux ans, excluant le suivi environnemental. Celui-ci aura lieu sur une période d'au moins dix ans après la cessation des activités. Par conséquent, l'horizon temporel choisi pour l'analyse des projections climatiques est l'horizon à court terme, soit l'horizon 2050 (voir tableau 8 à la section 3.1 pour l'intervalle couvert par cet horizon).

3 IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES ALÉAS CLIMATIQUES

Les changements climatiques, par leurs impacts sur le cycle de l'eau de même que l'augmentation des événements météorologiques extrêmes, auront « des effets positifs et négatifs qui affecteront à la fois les coûts de construction et la durée de vie » des infrastructures du Québec (Ouranos, 2015). Il est donc nécessaire d'identifier les aléas climatiques susceptibles d'avoir un impact sur le projet.

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 en tout ou en partie liée à une ou plusieurs variables climatiques. Certaines caractéristiques telles que l'intensité, la probabilité d'occurrence ou de récurrence ainsi que la localisation spatiale permettent l'identification des aléas susceptibles d'avoir un impact dans un contexte donné.

3.1 DONNÉES CLIMATIQUES UTILISÉES

CLIMAT HISTORIQUE

En raison des données météorologiques éparses dans la région du projet à l'étude, le portrait climatique actuel (section 3.2) a été préparé à l'aide des données historiques disponibles aux stations météorologiques indiquées au tableau 6.

Tableau 6 Stations météorologiques consultées

NOM DE LA STATION	ID CLIMATIQUE	DISTANCE DU SITE À L'ÉTUDE	PÉRIODE COUVERTE				
Normales climatiques (ECCC	, 2022)						
Amos	7090120	190 km	1981 – 2000				
Chapais 2	7091305	98 km	1981 – 2004				
Lebel-sur-Quévillon	7094275	96 km	1981 – 2004				
Matagami A	7094639	162 km	1973 – 1991				
Portail Données climatiques Canada (CRIM, 2022)							
Amos	7090120	190 km	1913 – 2000				
Chapais	7091295	98 km	1962 – 1971				
Chapais 2	7091305	98 km	1962 – 2004				
Lebel-sur-Quévillon	7094275	96 km	1967 – 2004				
Matagami	7094637	162 km	1992 – 2011, 2013 – 2022				
Mata sa sa: A	7094636	162 km	2011 – 2022				
Matagami A	7094639	162 km	1973 – 1991				
Opémisca	7095740	98 km	1955 – 1956				

TENDANCES RÉCENTES ET PROJECTION CLIMATIQUES

Les tendances récentes présentées à la section 3.4 sont tirées en grande majorité du plus récent rapport réalisé par WSP Golder (Golder, 2022) dans le cadre du projet minier Windfall.

Les projections climatiques compilées à la section 3.5 proviennent quant à elles de quatre sources principales :

- les portraits climatiques générés par la plateforme en ligne d'Ouranos, version 1.2.1 (2021), cellule contenant
 l'emplacement du projet;
- l'Atlas climatique du Canada, version 2.0 (PCC, 2022), cellule de la région du lac Picquet (grille à haute résolution);
- le portail Données climatiques Canada (CRIM, 2022), cellule couvrant le site Windfall;
- les données et projections régionales provenant de la littérature scientifique et gouvernementale, utilisées en tant que données de substitution lorsque l'information à l'échelle locale n'était pas disponible.

Il est à noter qu'en raison des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) historiques, les changements climatiques sont inévitables jusqu'à un certain point, comme en témoignent les tendances récemment observées aux quatre coins de la planète. Cependant, la sévérité des changements supplémentaires à venir dépendra des actions visant à réduire les émissions de GES qui seront prises à l'échelle mondiale. Les projections climatiques sont générées à partir de scénarios établis par le GIEC modélisant les différentes trajectoires que peut emprunter cette action mondiale concertée. Jusqu'à tout récemment, les scénarios les plus couramment utilisés étaient les RCP (*Representative Concentration Pathways*), qui caractérisent les changements climatiques anticipés et sont nommés en fonction du forçage radiatif des émissions nettes mondiales de dioxyde de carbone (CO₂) en 2100, soit 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 W m⁻² (GIEC, 2014; van Vuuren *et al.*, 2011). Le RCP8.5 correspond à un scénario de hausse constante des émissions de GES à l'échelle globale (scénario passif). Le RCP4.5 est un scénario impliquant une réduction substantielle des émissions globales de GES d'ici 2040 (scénario actif).

En août 2021, les plus récentes conclusions du groupe de travail responsable des fondements physiques des changements climatiques ont été publiées dans le cadre du sixième rapport d'évaluation du GIEC (2021). Celles-ci sont basées sur une nouvelle gamme de scénarios, qui combinent le forçage radiatif des RCP à une trajectoire socio-économique, soit les SSP (Shared Socio-Economic Pathways; tableau 7).

Puisque les sources d'information et les portails de données pour les projections climatiques n'ont pas tous été mis à jour pour refléter ces changements, il est important de préciser que les projections présentées dans ce rapport utilisent l'une ou l'autre de ces méthodes. Alors que les données tirées de Golder (2022) combinent les résultats des SSP2-4.5 et SSP5-8.5, les projections issues des autres portails de projections climatiques en ligne ainsi que de la littérature scientifique et gouvernementale ont plutôt été générées à partir des RCP4.5 et RCP8.5. Bien que la méthodologie utilisée soit différente, le scénario SSP2-4.5 est similaire au scénario RCP4.5, alors que le scénario SSP5-8.5 est comparable au scénario RCP8.5 (GIEC, 2021). Dans l'optique de garder une approche conservatrice, l'évaluation de l'exposition (section 3.6) est réalisée en fonction du scénario passif (RCP8.5).

Tableau 7 Description des SSP

Scénario	Description
	Surnommé « Prendre la route verte », ce scénario envisage un développement humain propulsé par des
SSP1	investissements substantiels en éducation et en santé, une croissance économique rapide ainsi que des institutions
SOFI	fiables et efficaces, et ce, à l'échelle mondiale. Ce développement repose sur des pratiques durables, notamment
	l'utilisation massive de sources renouvelables d'énergie.
CCDO	Surnommé « Milieu de la route », ce scénario représente un monde où les tendances sociales, économiques et
SSP2	technologiques ne s'écartent pas ou très peu des modèles historiques.
	Surnommé « Route cahoteuse », ce scénario est celui des rivalités régionales alimentées par la résurgence du
SSP3	nationalisme, les préoccupations en matière de compétitivité et de sécurité de même que les conflits régionaux, et
	où les investissements en éducation et en développement technologiques diminuent.
	Surnommé « Route divisée », ce scénario est caractérisé par une hausse croissante des inégalités économiques et
	technologiques tant entre les pays qu'au sein de ceux-ci. Le secteur de l'énergie continue de développer à la fois
SSP4	des technologies axées sur les combustibles à forte intensité en carbone et sur les sources d'énergie à faible
	émission de carbone. Les politiques environnementales, qui n'existent que dans les pays à revenus moyens et
	élevés, se concentrent sur les problèmes locaux.
	Surnommé « Prendre l'autoroute », ce scénario est similaire au SSP1 en ce qui a trait à l'essor du développement
SSP5	humain, à l'exception que celui-ci est alimenté par une économie à forte intensité énergétique basée sur les
	combustibles fossiles.

Source: GIEC (2021).

Les sources d'information et les portails de données utilisées pour l'analyse de l'évolution future des aléas climatiques retenus (section 3.5) présentent des projections en se basant sur une référence passée récente, un horizon à court terme et un horizon à long terme. Les meilleures pratiques en matière de projections climatiques recommandent que ces périodes de référence soient d'au moins 30 ans afin de bien représenter les tendances observées et anticipées des conditions météorologiques. Le tableau 8 détaille les intervalles de temps correspondant à chacune de ces périodes de référence.

Tableau 8 Intervalles de temps des principaux portails d'information utilisés

Source / Portail	Période historique	Horizon à court terme	Horizon à long terme
Atlas climatique du Canada (PCC, 2022)	1981-2010	2041-2070	2071-2100
Données climatiques Canada (CRIM, 2022)	1981-2010	2041-2070	2071-2100
Portraits climatiques Ouranos (2021)	1981-2010	2041-2070	2071-2100

En fonction du calendrier adopté pour le projet (section 2.4), l'horizon à court terme a été retenu pour l'analyse de l'évolution future des aléas climatiques réalisée à la section 3.5.

3.2 CLIMAT HISTORIQUE

Selon la classification climatique de Köppen-Geiger (Gouvernement du Québec, 2012), la zone située au sud du 51e parallèle nord est caractérisée par un climat continental froid et humide (Dfb), dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- une forte variabilité saisonnière de la température journalière moyenne;
- des précipitations annuelles moyennes d'environ 1 000 mm sous forme de pluie (environ 75 %), de neige et de grêle, réparties de manière quasi uniforme tout au long de l'année;

- une quantité abondante de précipitations sous forme de neige entre les mois d'octobre et avril, parfois mai, avec une accumulation au sol entre les mois de novembre et mars;
- avec une température moyenne supérieure à 10 °C de juin à septembre, l'été y est tempéré, ce qui le distingue du climat du nord de la province.

Selon les normales climatiques 1981-2010 (tableau 9; ECCC, 2022) pour la région d'insertion du projet, la température annuelle moyenne enregistrée se situe entre 0,2 °C (Chapais) et 1,0 °C (Lebel-sur-Quévillon). En été, au plus chaud de la journée, les températures atteignent en moyenne entre 22,2 °C (Chapais) et 23,1 °C (Lebel-sur-Quévillon). En hiver, les températures minimales moyennes descendent jusqu'à -24,2 °C à Chapais et jusqu'à -23,6 °C à Lebel-sur-Quévillon. Sur toute l'année, la région reçoit en moyenne entre 928 mm (Lebel-sur-Quévillon) et 996 mm (Chapais) de précipitations, dont environ 25 % à 30 % tombent sous forme de neige durant les mois de septembre à mai. De décembre à mars, la couverture de neige au sol moyenne est de 41 cm à Lebel-sur-Quévillon et de 61 cm à Chapais. Celle-ci est d'au moins 20 cm, 116 jours par année à Lebel-sur-Quévillon, comparativement à 144 jours par année à Chapais. Trois jours par année reçoivent plus de 25 mm de précipitations en moyenne.

Tableau 9 Normales climatiques mensuelles à proximité de l'emplacement du projet (1981-2010)

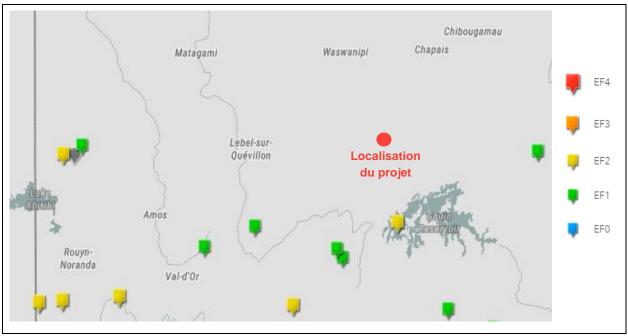
		J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D
u.	Moyenne quotidienne (°C)	-17,9	-15,6	-8,7	0,6	8,4	14,5	17,2	15,8	10,6	4,2	-4,1	-12,7
Lebel-sur-Quévillon	Maximum quotidien (°C)	-12,1	-9,3	-2,3	6,4	14,6	20,8	23,1	21,3	15,2	7,9	-0,7	-8,1
l-sur-Q	Minimum quotidien (°C)	-23,6	-21,9	-15,0	-5,2	2,1	8,1	11,4	10,2	6,0	0,4	-7,4	-17,4
ppe	Cumul pluie (mm)	2,3	2,6	11,8	38,8	78,5	94,1	120,6	103,0	115,5	87,8	39,9	7,5
ت	Cumul neige (cm)	50,2	26,2	31,2	18,6	2,9	0,0	0,0	0,0	0,3	7,7	36,9	52,3
	Total (mm H ₂ O _{eq})	52,4	28,8	43,0	56,6	81,3	94,1	120,6	103,0	115,8	95,5	76,7	59,8
	Moyenne quotidienne (°C)	-18,8	-16,2	-9,5	-0,3	8,1	14,1	16,4	15,0	9,7	3,1	-5,2	-13,6
ais	Maximum quotidien (°C)	-13,5	-10,3	-3,3	5,2	13,9	20,0	22,2	20,5	14,2	6,7	-1,9	-9,3
Chapais	Minimum quotidien (°C)	-24,2	-22,2	-15,5	-5,7	2,2	8,2	10,5	9,5	5,2	-0,5	-8,5	-18,0
	Cumul pluie (mm)	3,2	2,4	8,8	28,7	75,5	100,1	124,3	100,2	128,6	70,9	36,7	5,0
	Cumul neige (cm)	58,8	37,0	41,6	29,5	6,9	0,0	0,0	0,0	1,2	23,0	56,5	58,5
	Total (mm H ₂ O _{eq})	61,9	39,4	50,3	56,6	82,4	100,1	124,3	100,2	129,7	93,9	93,2	63,5

Source : ECCC (2022).

Les données relatives au vent ne sont pas disponibles à l'échelle locale; dans un rayon de plus ou moins 100 km de l'emplacement du projet, les stations météorologiques où est recueilli ce type de données sont les stations d'Amos (ID climatique 7090120) et de l'aéroport de Matagami (ID climatique. Pour la période 1971-2000, les vitesses horaires maximales enregistrées dans la municipalité d'Amos se situent généralement entre 37 et 50 km/h, alors qu'elles ont atteint 61 km/h à l'aéroport de Matagami (ECCC, 2022). Les rafales de vent à cette même station peuvent dépasser les 90 km/h; depuis 1973, ce seuil a été dépassé à dix reprises, quoique la vitesse maximale n'ait jamais atteint les 120 km/h (CRIM, 2022).

Bien que plus fréquentes dans l'extrême sud du Québec, des tornades peuvent survenir à de plus hautes latitudes. En effet, selon Sills *et al.* (2012), le projet est situé à la frontière entre une zone sujette aux tornades de catégories F0 et F1 (vents de moins de 180 km/h) et une zone sujette aux tornades de catégories F2 à F5 (vents de 180 km/h et plus).

La figure 2 illustre l'emplacement des tornades qui ont été recensées entre 2017 et 2021 dans le nord de l'Abitibi-Témiscamingue (Western University, 2022). Selon l'échelle de Fujita améliorée, les tornades de catégorie EF1 sont accompagnées de vents atteignant des vitesses entre 135 et 175 km/h, alors que les vents associés à une tornade de catégorie EF2 sont compris entre 180 et 220 km/h (Gouvernement du Canada, 2018).



Source: Western University (2022).

Figure 2 Tornades répertoriées entre 2017 et 2021 dans la grande région du projet

La région où se trouve le projet n'est pas reconnue pour présenter une forte activité orageuse (Gouvernement du Canada, 2016). En effet, pour la période 1999-2018, on a enregistré en moyenne 445 et 1 130 impacts de foudre au sol par année dans un rayon de 25 km autour des villes de Chibougamau et de Val-d'Or, respectivement. À titre comparatif, ce nombre est de 1 925 dans la région métropolitaine de Gatineau, qui est la plus active de la province (Gouvernement du Canada, 2019).

Depuis le début des relevés météorologiques, plusieurs événements extrêmes ont été recensés dans la région. Le tableau 10 résume les principales valeurs maximales et minimales atteintes.

Tableau 10 Événements météorologiques extrêmes recensés à proximité du projet

ÉVÉNEMENT	VALEUR		
Record de température maximale	35,0 °C le 1995/07/31		
Record de température minimale	-43,3 °C le 1965/01/16		
Record du cumul journalier maximal de pluie	75,0 mm le 1990/09/14		
Record du cumul journalier maximal de neige	40,0 cm le 1979/10/14		

Tableau 10 (suite) Événements météorologiques extrêmes recensés à proximité du projet

ÉVÉNEMENT	VALEUR		
Record du cumul journalier maximal de précipitations	78,5 mm les 1979/10/14 et 1997/03/27		
Couverture de neige au sol maximale	135 cm le 1992/03/28		
Record de vitesse horaire du vent	61 km/h le 1985/04/16		
Record de vitesse des rafales de vent	117 km/h le 1998/07/15		

Source : CRIM (2022), ECCC (2022).

3.3 SÉLECTION DES ALÉAS PERTINENTS

Sur la base de la description des composantes du projet et de l'analyse du contexte géographique dans lequel il s'inscrit, les aléas climatiques pouvant potentiellement affecter les activités et infrastructures du projet de même que son milieu de réalisation sont identifiés au tableau 11. Ceux-ci sont classifiés comme retenus ou rejetés dans le cadre de la présente étude. Le rejet de certains aléas est justifié ci-dessous. Les projections climatiques liées aux aléas retenus ainsi que l'évolution anticipée de ceux-ci sont détaillées aux sections 3.4 et 3.5, respectivement.

Tableau 11 Aléas climatiques susceptibles d'avoir un impact sur le projet et son milieu de réalisation

ALÉAS RETENUS	 Précipitations extrêmes Allongement de la saison estivale Températures estivales élevées Sécheresse des sols et feux de forêt Cycles de gel-dégel et redoux hivernal
	 Vagues de froid extrême Modification du régime de précipitations hivernales Vents forts et activité orageuse
ALÉAS REJETÉS	 Crue des lacs et des rivières environnants Fonte du pergélisol Glissements de terrain

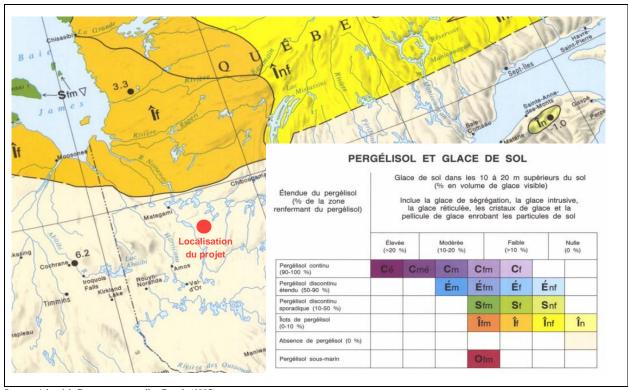
ALÉAS REJETÉS

CRUE DES LACS ET DES RIVIÈRES ENVIRONNANTS

Bien que les lacs de la région soient appelés à subir des crues printanières plus importantes et rapprochées en raison du changement projeté des régimes de précipitations et de l'augmentation de la plupart des paramètres hydrologiques (CEHQ, 2018), et particulièrement des épisodes de précipitations extrêmes, la hausse projetée des débits hivernaux moyens se limiterait à environ 10 % malgré un accroissement de l'enneigement maximal, alors que cette hausse se limiterait à 5 % pour les débits estivaux moyens (Ouranos, 2015). De plus, en raison du profil topographique de la région et du fait qu'aucun événement historique n'ait été répertorié aux abords des rivières et lacs environnants, le site à l'étude et les activités qui y seront menées ne sont pas jugés comme étant exposés à cet aléa.

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 restreinte des infrastructures construites au-dessus de zones composées de pergélisol à forte teneur en glace. Bien que généralement considérée pour les études portant sur des projets dans les zones nordiques du Québec, la carte de la répartition du pergélisol au Canada (figure 3) ne montre la présence d'aucun îlot de pergélisol à proximité du site à l'étude. Cet aléa n'est alors pas retenu pour les étapes suivantes.



Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (1995).

Figure 3 Répartition des zones de pergélisol à proximité du projet

GLISSEMENTS DE TERRAIN ET ÉROSION

Les glissements de terrain, bien qu'associés aux risques géomorphologiques et non climatiques, sont tout de même susceptibles d'être affectés 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 (MTQ, 2018). Cependant, selon Bobrowsky et Dominguez (2012), le site du projet est situé dans un secteur très peu susceptible aux glissements de terrain. Ceci est corroboré par les forages effectués sur le site du projet, qui indiquent que les dépôts de surface sont principalement composés de till, de sable et de gravier d'origine glaciaire dont l'épaisseur varie de 1 m à 8 m; aucune présence d'argile n'a été détectée (BBA et al., 2021). Par conséquent, cet aléa est écarté du reste de l'analyse. Néanmoins, l'érosion des haldes et les glissements de terrain qui pourraient en découler seront considérés comme un impact des précipitations extrêmes.

3.4 TENDANCES RÉCENTES

Sous l'influence des changements climatiques, certaines tendances sont déjà visibles dans les données historiques tirées des stations météorologiques environnantes (tableau 6 à la section 3.1) ou par interpolation spatiale. Entre 1962 et 2021, la température annuelle moyenne a augmenté de +0.2 °C par décennie, alors que les précipitations annuelles moyennes ont pour leur part augmenté à un rythme de +31.3 mm H_2O_{eq} par décennie (Golder, 2022). Il existe cependant une variation intra-annuelle de ces tendances, comme en témoigne la figure 5.

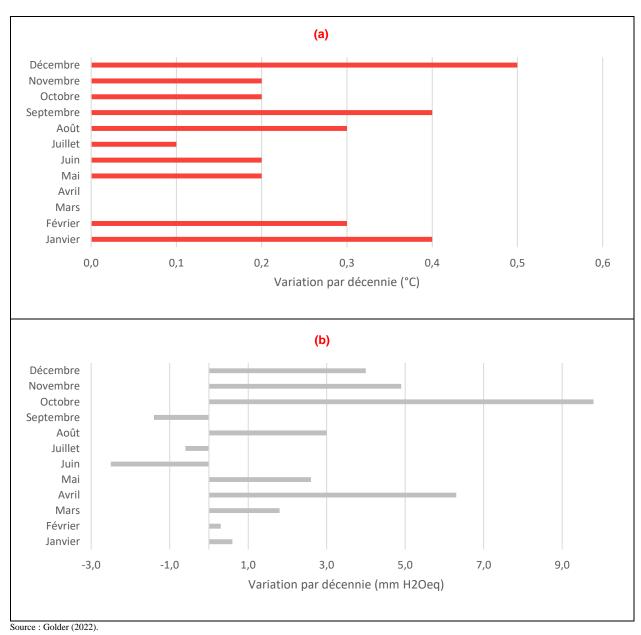


Figure 4 Tendances observées dans (a) la température mensuelle moyenne et (b) les précipitations mensuelles moyennes pour la période 1962-2021

Parallèlement aux tendances moyennes, les données historiques montrent également l'existence de tendances dans les indicateurs des extrêmes climatiques (tableau 12).

Tableau 12 Tendances observées dans les indicateurs des extrêmes climatiques à proximité du site Windfall, 1962-2021

INDICATEURS ¹	MOYENNE HISTORIQUE	VARIATION PAR DÉCENNIE	SIGNIFICATION STATISTIQUE
Température			
Température maximale la plus élevée (°C)	31,5	0	aucune tendance
Température minimale la plus basse (°C)	-39,4	+0,3	90 ^e percentile
Nombre annuel de jours d'été [T _{max} > 25 °C]	21,7	+1,6	95 ^e percentile
Nombre annuel de jours de gel [T _{min} < 0 °C]	128,8	-1,0	aucune
Précipitations			
Nombre de jours où RR < 20 mm	7,1	0	aucune tendance
Précipitations maximales sur 1 jour (mm)	41,9	+1,7	90 ^e percentile
Précipitations maximales sur 5 jours (mm)	70,3	+1,9	aucune

^{1.} T_{max} = Température maximale; T_{min} = Température minimale; RR = Cumul journalier de précipitations

Source: Golder (2022).

Puisque les observations des données sur le vent sont très sensibles à plusieurs facteurs (instruments utilisés, hauteur et emplacement de ceux-ci, couloirs de vent, changements de l'environnement telle une modification de la végétation ou du cadre bâti), la compréhension de cette variable climatique et de son évolution est complexe. Bien qu'aucune tendance ne puisse être observée spécifiquement pour la région de réalisation du projet, les tendances observées à l'échelle du Québec entre 1953 et 2006 montrent une diminution de la vitesse moyenne des vents pour la majorité des stations analysées (Ouranos, 2015).

L'évolution des rafales est différente de l'évolution des vents moyens. Les rafales évoluent avec l'activité cyclonique et convective d'une région. Très peu d'études ont été menées sur l'évolution des vents extrêmes et celles-ci présentent des résultats limités; les scientifiques ont une faible confiance dans les tendances observées des vitesses moyennes du vent par rapport aux vents extrêmes (Seneviratne *et al.*, 2012; 2021).

Aucune tendance n'a été identifiée jusqu'à récemment pour l'évolution des tornades. Cheng *et al.* (2013) ont trouvé une relation positive entre la densité des éclairs et les occurrences de tornades; les conclusions de Romps *et al.* (2014) indiquent que les impacts de foudre au sol sont susceptibles d'augmenter de 12 % par °C d'augmentation de la température de l'air. Il est à noter que ces résultats parlent de l'évolution possible de la fréquence des tornades, et non de leur intensité.

3.5 ÉVOLUTION FUTURE DES ALÉAS RETENUS

Cette section décrit comment les aléas retenus seront appelés à évoluer en fonction des changements climatiques anticipés à l'horizon 2050. Cette description est basée sur le choix d'indicateurs qui, lorsque leurs tendances sont prises en compte simultanément, tendent à donner une représentation objective de la fréquence et de l'intensité de l'aléa en question. Pour chaque indicateur climatique, les valeurs présentées aux tableaux 13 et suivants sont représentatives des 10°, 50° et 90° percentiles (identifiés respectivement par P10, P50 et P90) de la distribution de l'ensemble des modèles climatiques utilisés.

PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Les épisodes de précipitations extrêmes auront tendance à augmenter en fréquence et en intensité sous l'influence des changements climatiques. Selon Golder (2022), la quantité de précipitations reçues en 24 heures pour les événements de récurrence 100 ans (1 % de chance de se produire par année) augmentera en moyenne de 22 % d'ici l'horizon 2050. Ceci concorde avec les augmentations projetées selon les recommandations de la norme CSA PLUS 4013:19 (CSA Group, 2019) qui, suivant la relation de Clausius-Clapeyron, suggèrent une augmentation de 7 % par degré de réchauffement local. Avec une augmentation moyenne de la température annuelle moyenne se situant entre +2,1 °C (scénario actif) et +3,1 °C (scénario passif), cela correspondrait à des précipitations entre 16 et 23 % plus importantes sur 24 heures.

Actuellement au nombre de 2,9 par année, le nombre annuel de jours très pluvieux (c.-à-d. recevant plus de 20 mm de précipitations en 24 heures) s'approchera des 4 jours en moyenne et pourrait même, dans le pire des cas, dépasser les 7 jours une année sur dix (tableau 13). Sur une base annuelle, le maximum de précipitations cumulées sur 5 jours sera en moyenne de 21 à 23 % plus important que dans le présent.

Tableau 13 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés aux précipitations extrêmes pour le site du projet minier Windfall

I I' 1 1 1	Moyenne	Scénai	rio actif	Scénari	T	
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ²	P50	P50	P90	Tendance
Nombre annuel de jours où	2.0	1,6	3,7	3,8	7,2	•
RR > 20 mm	2,9	(-45%)	(+28%)	(+31%)	(+148%)	↑
Précipitations maximales sur 1 jour	00	23	32	33	48	•
(mm H ₂ O _{eq})	28	(-18%)	(+14%)	(+18%)	(+71%)	↑
Précipitations maximales sur 5 jours	47	42	57	58	80	•
(mm H ₂ O _{eq})	47	(-11%)	(+21%)	(+23%)	(+70%)	↑

^{1.} RR = Cumul journalier de précipitations

Source : PCC (2022).

ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE

Bien que la saison hivernale tende à se décaler, l'augmentation générale des températures a également pour effet de provoquer un allongement de la saison estivale. En effet, la durée de la saison sans gel sera près de 39 à 49 % plus longue (tableau 14). De plus, le nombre annuel moyen de jours d'été doublera, voire triplera selon les projections les plus pessimistes.

Tableau 14 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés à l'allongement de la saison estivale pour le site du projet minier Windfall

In dia status alimentias al	Moyenne	Scéna	rio actif	Scénari	Tandanaa	
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ²	P50	P50	P90	Tendance
Don's de la seissa and discuss	05.5	102,3	132,6	142,7	180,3	^
Durée de la saison sans gel (jours)	95,5	(+7%)	(+39%)	(+49%)	(+89%)	.1.
Nombre annuel de jours d'été	00.4	27,9	46,4	56,5	76,2	^
(T _{min} ≥ 25 °C)	26,1	(+7%)	(+78%)	(+116%)	(+192%)	.1.
Nombre annuel de degrés-jours	6244	4887	5503	5189	5716	1
de chauffage	6341	(-23%)	(-13%)	(-18%)	(-10%)	₩

T_{min} = Température journalière minimale

Source : PCC (2022).

^{2.} $P10 = 10^e$ percentile. $P50 = 50^e$ percentile. $P90 = 90^e$ percentile.

^{2.} $P10 = 10^{e}$ percentile. $P50 = 50^{e}$ percentile. $P90 = 90^{e}$ percentile.

TEMPÉRATURES ESTIVALES ÉLEVÉES

L'été sera non seulement plus long, mais il sera également plus chaud. En effet, les températures estivales seront plus élevées et elles dépasseront les 30°C sur une base annuelle. À court terme, la température estivale moyenne augmentera de +1,8 à +2,7 °C en fonction du scénario d'émissions de GES choisi; selon les projections les plus pessimistes, cette augmentation sera de +5,2 °C comparativement à la valeur moyenne actuelle (tableau 15). Bien que les vagues de chaleur continueront d'être un phénomène exceptionnel dans la région, les jours de vague de chaleur surviendront sur une base annuelle.

Tableau 15 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés aux températures estivales élevées pour le site du projet minier Windfall

In all and a compalition of a compality	Moyenne	Scéna	rio actif	Scénari	Tandanaa	
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ³	P50	P50	P90	Tendance
Tompérature activale moveme (°C)	15,5	16,0	17,3	18,2	20,7	•
Température estivale moyenne (°C)	10,0	(+0,5)	(+1,8)	(+2,7)	(+5,2)	T
Température maximale la plus	24.6	31,1	33,6	34,5	38,7	^
élevée (°C)	31,6	(-0,5)	(+2,0)	(+2,9)	(+7,1)	
Nombre annuel de vagues de chaleur	0,0	0,1	0,3	0,7	1,7	1
Nombre annuel de jours de vague	0.0	0,3	0,9	3,2	7,3	^
de chaleur ²	0,2	(+50%)	(+350%)	(+1500%)	(+3550%)	1
New horses and the forms of Top 20000	0.5	2,4	10,4	16,0	30,6	^
Nombre annuel de jours où T _{max} ≥ 30 °C	2,5	(-4%)	(+316%)	(+540%)	(+1124%)	.1.
Nombre annuel de jours où T _{max} ≥ 34 °C	0,0	0,0	0,9	2,2	7,5	1
Nombre annuel de degrés-jours de	00	87	169	232	359	^
refroidissement	63	(+38%)	(+168%)	(+268%)	(+470%)	1,

^{1.} T_{max} = Température journalière maximale

Source : Ouranos (2021), PCC (2022).

SÉCHERESSE DES SOLS ET FEUX DE FORÊT

Les conditions favorables au développement de la sécheresse des sols sont étroitement liées aux températures élevées et à un manque de précipitations sur une période prolongée. La sécheresse impliquant une notion de durée, il serait faux d'affirmer que la tendance à la hausse des précipitations observée pour la région du projet signifie de facto une diminution des épisodes de sècheresse puisque :

- 1 l'indicateur pertinent n'est pas la quantité totale de précipitations reçues, mais le nombre de jours consécutifs sans précipitations;
- 2 le déficit de précipitations est relatif à la perte d'eau par évapotranspiration.

Or, les tendances récentes pour la région du site Windfall montrent, pour la période 1950-2020, une légère tendance à la baisse de 0,1 jour par décennie du nombre annuel maximal de jours consécutifs sans précipitations. À titre indicatif, celui-ci était de 12 en moyenne (tableau 16), alors que la plus longue période sans précipitation pour le même horizon temporel est survenue en 1977, lorsqu'un total de 16 jours consécutifs sans précipitation a été enregistré. La situation restera stable d'ici à 2050, et ce, peu importe le scénario d'émissions de GES utilisé. Ceci est confirmé par Golder (2022), qui prévoit une baisse variant de 0 à -2 % des événements de sécheresse à court terme.

En raison des changements climatiques anticipés, les taux mensuels d'évapotranspiration potentielle seront tous à la hausse, pour une augmentation annuelle projetée de +11 % d'ici 2050 (Golder, 2022).

Jours où la température maximale dépasse 31 °C et la température minimale ne descend pas sous 16 °C.

^{3.} $P10 = 10^{e}$ percentile. $P50 = 50^{e}$ percentile. $P90 = 90^{e}$ percentile.

Bien que la saison hivernale présente une variation plus importante (+65 %) que la saison estivale (+8 % en juin et juillet), le changement en valeur absolue de l'évapotranspiration potentielle en hiver est susceptible d'être très faible comparativement à celui qui sera observé en été. Néanmoins, les épisodes de sécheresse des sols resteront ponctuels et peu fréquents.

Tableau 16 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés à la sécheresse des sols et les feux de forêt pour le site du projet minier Windfall

In dia starra allocations 1	Moyenne	Scéna	rio actif	Scénari	-	
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ²	P50	P50	P90	Tendance
Cumul des précipitations estivales	204	240	320	312	393	_
(mm H ₂ O _{eq})	304	(-21%)	(+5%)	(+3%)	(+29%)	_
Maximum annuel de jours secs	40.0	9,1	11,9	11,8	16,5	_
consécutifs	12,2	(-25%)	(-2%)	(-3%)	(+35%)	_
Newskar and the forms of T	0.5	2,4	10,4	16,0	30,6	^
Nombre annuel de jours où T _{max} ≥ 30 °C	2,5	(-4%)	(+316%)	(+540%)	(+1124%)	11

^{1.} Tmax = Température journalière maximale

Source: CRIM (2022), PCC (2022).

Le site du projet et les environs ont été relativement exposés aux feux de forêt dans les dernières décennies (figure 6). L'indice forêt-météo de la région, qui constitue un indice général du danger d'incendie dans l'ensemble des régions boisées du Canada, présente des valeurs comprises entre 0 et 10, montrant un risque de feux relativement faible, mais non négligeable (Ressources naturelles Canada, 2020). La région du site Windfall est largement constituée de zones forestières avec, notamment, la proximité de plusieurs réserves fauniques, ce qui représente une accessibilité significative au matériel combustible. En contrepartie, l'activité de coupe forestière est très présente dans la zone d'étude, ce qui vient limiter l'accès au carburant.

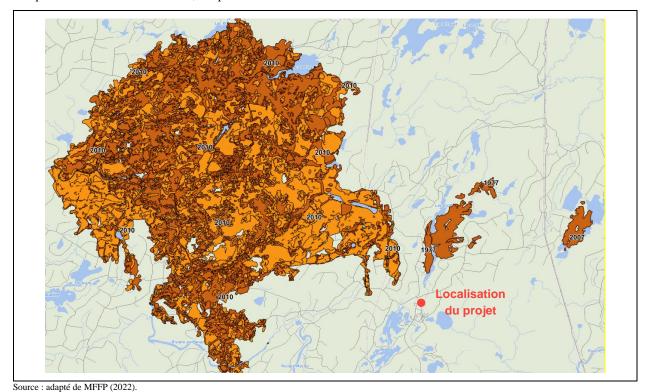


Figure 5 Feux de forêt recensés à proximité de l'emplacement du projet depuis 1976

^{2.} $P10 = 10^{e}$ percentile. $P50 = 50^{e}$ percentile. $P90 = 90^{e}$ percentile.

Des résultats récents sur l'occurrence future des feux de forêt ont montré avec une bonne confiance que la partie est du Canada expérimentera une multiplication des évènements climatiques propices au développement et la croissance de feux (Wang *et al.*, 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). Plus précisément à l'emplacement du projet, les projections obtenues par Wang *et al.* (2017) indiquent que les jours propices à la propagation des feux de forêt augmenteront de 20 à 30 % à court terme. Pour les années les plus critiques, cela représente une hausse pouvant atteindre 5 jours propices à la propagation des feux de forêt supplémentaires, comparativement à une moyenne se situant actuellement entre 5,1 et 10 jours. Il est cependant important de noter que la confiance donnée aux projections climatiques liées aux feux de forêt est modérée en raison des indicateurs utilisés et du niveau général d'incertitudes des projections analysées.

CYCLES DE GEL-DÉGEL ET REDOUX HIVERNAL

Sur l'année complète, le nombre de cycles gel-dégel est projeté de diminuer (tableau 17). Cependant, les cycles gel-dégel durant les mois d'hiver (de décembre à février) augmenteront de 43 à 57 % en raison de l'augmentation générale des températures, qui diminuera les chances de gel au printemps et à l'automne et ramènera les températures plus proches des valeurs positives en hiver. De façon similaire, le nombre de jours de redoux hivernal sera plus important à l'horizon 2050 qu'actuellement.

Tableau 17 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés aux cycles de gel-dégel et au redoux hivernal pour le site du projet minier Windfall

Indicatory olimptions	Moyenne Scénari		io actif	Scénari	Tendance		
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ¹	P50	P50	P90	rendance	
Nombre annuel de cycles de gel-dégel	83	66	70	65	77	4	
Nombre affilider de cycles de ger-deger		(-20%)	(-16%)	(-22%)	(-7%)		
Nambra bivarnal da avalas da gal dágal	7	7	10	11	13	^	
Nombre hivernal de cycles de gel-dégel	/	(0%)	(+43%)	(+57%)	(+86%)	l i	

^{1.} $P10 = 10^e$ percentile. $P50 = 50^e$ percentile. $P90 = 90^e$ percentile. Source: Ouranos (2021).

VAGUES DE FROID EXTRÊME

Bien que les températures hivernales soient à la hausse, la région du site Windfall continuera de subir des vagues de froid extrême, quoiqu'il serait très surprenant que les températures soient inférieures aux températures minimales historiques les plus basses enregistrées (tableau 18). En raison du réchauffement accéléré des pôles comparativement aux autres régions du monde, le courant-jet des latitudes moyennes, formé par la différence de température entre le pôle Nord et les régions équatoriales, tend à ralentir et à osciller davantage, ce qui entraîne une déformation de sa trajectoire habituelle. Cela permet au vortex polaire de « glisser » vers des latitudes plus basses pouvant atteindre le sud de l'Ontario (voire les États-Unis), entraînant avec lui des masses d'air glacial qui peuvent rester piégées au même endroit pendant plusieurs jours. Dans les prochaines décennies, on s'attend à un déplacement vers le sud de la position du vortex polaire, ce qui facilitera l'apport d'air froid au-dessus du site du projet pendant la saison hivernale (Mitchell *et al.*, 2012).

Tableau 18 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés aux vagues de froid extrême pour le site du projet minier Windfall

In directions allowed more	Moyenne	Scéna	rio actif	Scénar	T		
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ¹	P50	P50	P90	Tendance	
ompáraturo minimalo la plua bassa (°C)	-39,5	-39,7	-34,4	-32,5	-27,5	↑	
Température minimale la plus basse (°C)		(-0,2)	(+5,1)	(+7,0)	(+12,0)		
Nambra annual da igura ak T	40.0	0,8	7,1	4,5	12,1	4	
Nombre annuel de jours où T _{min} ≤ -30 °C	18,8	(-96%)	(-62%)	(-76%)	(-36%)		

^{1.} T_{min} = Température journalière minimale

Source : PCC (2022).

MODIFICATION DU RÉGIME DE PRÉCIPITATIONS HIVERNALES

Sous l'effet des changements climatiques, la période hivernale tend à se décaler et les températures hivernales augmentent, ce qui a pour effet de modifier le régime de précipitations, plus particulièrement en ce qui concerne les la pluie verglaçante, les tempêtes de neige et les épisodes de pluie sur neige (tableau 19).

Tableau 19 Projections à l'horizon 2050 des indicateurs climatiques liés à la modification du régime de précipitations hivernales pour le site du projet minier Windfall

I dia ataun alimatian a1	Moyenne	Scéna	rio actif	Scénari	io passif	Tandanaa
Indicateur climatique ¹	historique	P10 ²	P50	P50	P90	Tendance
Tompératura hivornale mayanna (°C)	-14,4	-15,4	-11,9	-10,6	-8,0	^
Température hivernale moyenne (°C)	-14,4	(-1,0)	(+2,5)	(+3,8)	(+6,4)	'
Tompératura hivarpala mavimala (°C)	10.1	-9,9	-6,6	-5,6	-3,5	•
Température hivernale maximale (°C)	-10,1	(+0,2)	(+3,5)	(+4,5)	(+6,6)	'
Nombre annuel de jours de gel (T_{max} <	122,0	91,7	109,6	103,6	122,4	4
0 °C)	122,0	(-25%)	(-10%)	(-15%)	(0%)	•
Cumul annuel de précipitations	903	865	1008	1023	1170	•
(mm H ₂ O _{eq})		(-4%)	(+12%)	(+13%)	(+30%)	1
Cumul hivernal de précipitations	154	144	197	207	266	•
(mm H ₂ O _{eq})	154	(-6%)	(+28%)	(+34%)	(+73%)	'
Cumul annuel de précipitations solides	255	226	245	250	263	<u> </u>
(mm H ₂ O _{eq})	255	(-11%)	(-4%)	(-2%)	(+3%)	_
Cumul hivernal de précipitations solides	150	144	166	170	178	•
(mm H ₂ O _{eq})	150	(-4%)	(+11%)	(+13%)	(+19%)	'
Nombre annuel de jours où	2.0	1,6	3,7	3,8	7,2	•
RR > 20 mm	2,9	(-45%)	(+28%)	(+31%)	(+148%)	I.

 $^{1. \}hspace{1.5cm} T_{max} = Temp\'erature\ journalière\ maximale;\ RR = Cumul\ journalier\ de\ pr\'ecipitations$

Source : Ouranos (2021), PCC (2022).

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. 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 plus fréquents et plus intenses dans le futur. Pour la région du centre de l'Ontario correspondant à la latitude de l'emplacement du projet, Cheng *et al.* (2012) ont d'ailleurs conclu que peu importe le scénario d'émissions de GES, le nombre de jours avec des épisodes de pluie verglaçante augmentera sur l'ensemble de la saison de 40 à 60 % d'ici l'horizon 2050. Cette variation moyenne cache cependant une grande variation dans la distribution intrasaisonnière des épisodes de pluie verglaçante : ceux-ci se concentreront particulièrement dans les mois les plus froids, avec une augmentation projetée entre décembre et février de 70 à 100 %.

^{2.} $P10 = 10^{e}$ percentile. $P50 = 50^{e}$ percentile. $P90 = 90^{e}$ percentile.

^{2.} $P10 = 10^{e}$ percentile. $P50 = 50^{e}$ percentile. $P90 = 90^{e}$ percentile.

Le nombre de tempêtes de neige est régulier depuis le début des mesures et le plus gros cumul de neige en 24 heures a été de 40 cm le 14 octobre 1979 (CRIM, 2021). Les tendances pour les décennies à venir ne sont pas claires, car elles dépendent de plusieurs facteurs, dont l'évolution des précipitations hivernales, de l'activité cyclonique et de la température. Pourtant, il semblerait que ces épisodes deviennent plus regroupés sur les mois du milieu de l'hiver, moins fréquents, mais plus intenses.

Quant aux épisodes de pluie sur neige, ceux-ci seront vraisemblablement plus nombreux en raison de la hausse prévue des températures hivernales, qui oscilleront plus fréquemment vers 0 °C, ainsi que de la variabilité accrue du climat.

En raison des températures hivernales qui fluctueront plus souvent autour du point de congélation et des tendances contraires dans l'évolution projetée des différents indicateurs climatiques liés à la modification du régime de précipitations hivernales, il existe une grande incertitude quant à la manière dont celui-ci se comportera dans le futur. Bien que cette incertitude ne permette pas de quantifier de manière précise l'ampleur des changements à venir, il est néanmoins possible d'affirmer que la hausse des températures hivernales conduira à une plus grande fréquence des évènements de type « cocktail météo ».

VENTS FORTS ET ACTIVITÉ ORAGEUSE

L'évolution des vents n'est pas précise pour le milieu du 21° siècle. Cependant, certaines études réalisées pour le Québec montrent une réduction des vents en été pour la fin du 21° siècle par rapport à la fin du 20° siècle et une faible augmentation en hiver. 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 al.*, 2014) prévoient une augmentation à court terme de 40 à 60 % des jours avec des rafales 90 km/h et plus pour la région du nord de l'Abitibi-Témiscamingue. Il est ainsi possible d'affirmer qu'il y aura une tendance à la hausse des forts vents et par conséquent des dommages que ceux-ci entraînent.

L'activité orageuse sera également à la hausse dans la région du 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 al.*, 2014). Avec une augmentation moyenne de la température annuelle moyenne se situant entre +2,1 °C (scénario actif) et +3,1 °C (scénario passif), cela correspondrait à un nombre annuel d'impacts de foudre au sol entre 27 et 42 % plus important pour la région du site Windfall. Cependant, aucune étude poussée n'a encore été faite pour le Québec. Considérant le lien entre la densité des éclairs et les occurrences de tornades (section 3.4), il est supposé que la probabilité que des tornades frappent le site du projet augmentera dans le futur, bien que l'incertitude associée à cette probabilité soit grande. En effet, le manque de données fiables sur le vent dans la région du site Windfall ainsi que la complexité des facteurs menant à la formation d'évènements convectifs comme les tornades, font en sorte que la confiance envers l'évolution projetée de cet aléa climatiques est faible.

3.6 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Le GIEC définit l'exposition comme étant la présence de personnes, de moyens de subsistance, de ressources et services environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux et culturels dans un endroit qui pourrait être affecté par les changements climatiques (GIEC, 2014).

De ce fait, il s'agit ici de relier les aléas climatiques retenus comme étant pertinents pour le projet avec les tendances des indicateurs climatiques présentées dans la section précédente. Le tableau 20 présente le pointage de probabilité de changement de l'exposition à chacun de ces aléas, en se basant sur une moyenne des pointages des indicateurs choisis pour les représenter. Plus le pointage est élevé, plus la variation de l'intensité et/ou de la fréquence de l'aléa en question augmentera sous l'influence des changements climatiques par rapport à la situation actuelle, ce qui aura une incidence sur le niveau d'exposition du projet.

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 présentée au chapitre 5 détaillera le niveau d'impact sur les infrastructures. Les pointages accompagnés d'un (+) correspondent à une augmentation de la probabilité d'occurrence de l'aléa, alors que les pointages suivis d'un (-) représentent une diminution de cette probabilité. Les pointages avec un astérisque (*) sont ceux dont l'évolution est influencée par des tendances opposées; ces pointages doivent donc être considérés prudemment.

Tableau 20 Pointages de probabilité de changement à court terme de l'occurrence des aléas climatiques auxquels le projet est exposé

ALÉA CLIMATIQUE	POINTAGE MOYEN DE PROBABILITÉ DE CHANGEMENT (SUR 5)
Précipitations extrêmes	1,8 – Basse (+)
Allongement de la saison estivale	4,7 – Très haute (+)
Températures estivales élevées	4,2 – Haute (+)
Sécheresse des sols et feux de forêt	1,8 – Basse (*)
Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	5,0 – Très haute (*)
Vagues de froid extrême	3,3 – Modérée (–)
Modification du régime de précipitations hivernales	2,6 – Modérée (*)
Vents forts et activité orageuse	2,3 - Basse (+)

Quelques constatations peuvent être tirées de cette analyse d'exposition :

- Bien que les cycles de gel-dégel et les événements de redoux hivernal constituent l'aléa climatique ayant obtenu le pointage de probabilité de changement le plus élevé, il est important de prendre en considération l'effet opposé des tendances projetées, qui feront en sorte que cet aléa sera condensé sur un plus court laps de temps.
- L'allongement de la saison estivale et les températures estivales élevées qui l'accompagnent sont les deux autres aléas climatiques affichant une probabilité de changement supérieure à « modérée ».
- L'occurrence de tempêtes de neige dans le futur dépend tant de l'augmentation de la température que des changements dans le régime de précipitations hivernales. Malgré un pointage modéré, 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 évènements est incertaine, tandis qu'une tendance vers des épisodes plus intenses est probable.

- Lorsque combinés, les épisodes de sécheresse des sols et les feux de forêt présentent un pointage bas qui se doit d'être nuancé : bien que les températures élevées jouent un certain rôle dans l'occurrence des épisodes de sécheresse, leur importance est beaucoup plus significative quand il est question des feux de forêt. Ainsi, la probabilité d'augmentation de l'occurrence des impacts liés uniquement aux feux de forêt serait plus grande que celle des impacts pouvant être provoqués à la fois par les feux de forêt et la sécheresse des sols.
- Les précipitations extrêmes et les phénomènes météorologiques associés au vent sont les aléas ayant obtenu le pointage le plus bas en raison de leur caractère très localisé, des nombreux facteurs ayant une incidence sur leur occurrence ainsi que de l'absence de données de qualité à l'échelle locale.

4 IDENTIFICATION DES COMPOSANTES VULNÉRABLES

À la suite de l'étude d'exposition aux aléas faite à la section précédente, il s'agit ici d'identifier les interactions entre les conditions climatiques et les composantes du projet qui pourraient constituer un risque pour celui-ci ou pour son milieu de réalisation. Les composantes du projet sont constituées des activités et infrastructures détaillées à la section 2.3. Pour les interactions retenues, les impacts potentiels sont alors listés en spécifiant la ou les phases du projet concernées par chacun des impacts ainsi que les aléas climatiques dont ils découlent.

4.1 INTERACTIONS ENTRE LE PROJET ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Le tableau 21 décrit le résultat de l'analyse « oui/non » afin d'identifier les interactions à retenir pour l'analyse.

Tableau 21 Interactions prises en compte entre les aléas climatiques considérés et les composantes du projet

			A	LÉAS CLI	MATIQUE	:S		
COMPOSANTES DU PROJET	PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES	ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE	TEMPÉRATURES ESTIVALES ÉLEVÉES	SÉCHERESSE DES SOLS ET FEUX DE FORÊT	CYCLES DE GEL-DÉGEL ET REDOUX HIVERNAL	VAGUES DE FROID EXTRÊME	MODIFICATION DU RÉGIME DE PRÉCIPITATIONS HIVERNALES	VENTS FORTS ET ACTIVITÉ ORAGEUSE
Activités	0	0	0	0	0	0	0	0
Infrastructures minières	0	0	0	0	0	0	0	0
Installations de traitement du minerai	0	0	0	0	0	0	0	0
Infrastructures de gestion des eaux	0	0	0	0	0	N	0	N
Infrastructures énergétiques et de télécommunication	N	0	0	0	0	N	0	0
Infrastructures de transport	0	0	0	0	0	N	0	0
Bâtiments et infrastructures de soutien	0	0	0	0	0	0	0	0

O = oui; N = non

4.2 IMPACTS POTENTIELS

Les aléas climatiques identifiés et analysés au chapitre 3 n'interagissent pas tous de la même façon sur les activités et les infrastructures considérées dans cette étude.

Le tableau 22 dresse la liste des impacts potentiels liés aux interactions retenues à la section précédente en tenant généralement compte des trois piliers du développement durable, soit :

- les personnes;
- l'économie;
- l'environnement.

L'identification de ces impacts se base entre autres de *l'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 d'exploitation minière similaires dans la province du Québec. Les impacts potentiels en caractères italiques correspondent à une occasion à saisir dans le contexte des changements climatiques et sont interprétés ici comme des impacts positifs (section 6.3).

Tableau 22 Liste des impacts potentiels identifiés

				C	OMPOSANT	ES					ALÉAS	CLIMATIQ	UES CONC	ERNÉS		
IMPACTS POTENTIELS	PHASE ¹	Activités	Minières	Traitement du minerai	Gestion des eaux	Énergétiques et de télécommunications	Transport	Bâtiments et infrastructures de soutien	Précipitations extrêmes	Allongement de la saison estivale	Températures estivales élevées	Sécheresse des sols et feux de forêt	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Vagues de froid extrême	Modification du régime de précipitations hivernales	Vents forts et activité orageuse
1 Infiltration d'eau dans les galeries et les tunnels	Е		Х						Х				Х		Х	
Affaissement de terrain à l'entrée de la mine (rampes d'accès) et au niveau des galeries	E		Х						Х						Х	
3 Détérioration de la qualité de l'air	C, E	Х									Х	Х				
Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	E, F		Х								Х	Х				Х
5 Érosion accélérée des pentes des haldes à stériles et à mort-terrain et du parc à résidus	E, F		Х						Х			Х	Х		Х	Х
6 Bris de machinerie en condition de verglas	E		Х												Х	
7 Accélération de la végétalisation naturelle	F		X				Х			X	Х					1
8 Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	Е			Х	Х			Х					Х			
Déversement accidentel d'eau contaminée dans l'environnement en raison du manque de capacité des ouvrages de gestion des eaux	Е				Х				Х						х	
10 Augmentation de la quantité des eaux d'exhaure	E				Х				Х						Х	<u> </u>
Hausse de la variabilité de la disponibilité en eau	Е			Х	Х			Х	Х		Х	Х			Х	
12 Génération de drainage minier acide	E, F		Х		Х				Х	Х			Х			1
13 Insuffisance de drainage du site, des routes de services et des chemins d'accès	C, E, F				Х		Х		Х				Х		Х	1
14 Pannes de courant prolongées	C, E					Х									Х	Х
15 Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation	Е		Х	Х		Х		Х		Х	Х					1
16 Économie d'énergie de chauffage	E			X		X		X		X			Х			1
17 Charge verticale excédentaire sur les bâtiments	C, E			Х				Х							Х	1
18 Dilatation/contraction thermique de l'enveloppe et des matériaux	C, E			Х				Х			Х			Х		
19 Insuffisance du drainage du toit	C, E			Х				Х	Х						Х	
20 Pression du vent sur les infrastructures et leurs composantes (p. ex. murs et portes)	C, E			Х		Х		Х								Х
21 Dégâts importants/perte totale des infrastructures essentielles	C, E			Х		Х		Х				Х			Х	Х
Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	C, E	Х							Х		Х	Х		Х	Х	Х
23 Augmentation du nombre d'accidents de travail	C, E, F	Х							Х		Х	Х	Х		Х	Х
24 Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	C, E, F	Х								Х	Х					
25 Mauvaises conditions routières	C, E, F						Х		Х				Х		Х	Х
Perte d'accès au site et incapacité d'évacuation	C, E, F	Х					Х		Х			Х			Х	Х
27 Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère	C, E	Х					Х					Х				
28 Allongement de la saison avec conditions favorables pour les travaux en extérieur	C, E, F	X								Х						
29 Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	C, E, F						Х		Х				Х			
1. C = construction; E = exploitation; F = fermeture																

5 DESCRIPTION DES CONSÉQUENCES POUR LE PROJET ET SON MILIEU DE RÉALISATION

La vulnérabilité aux changements climatiques est le degré avec lequel un système (ici, les différentes composantes du projet) 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. 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, alors que 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 ou pour faire face aux impacts les plus conséquents. Comme illustré dans le tableau 2 (section 1.4), le recoupement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation donne le pointage de vulnérabilité. Pour chaque impact potentiel identifié à la section 4.2, le niveau de vulnérabilité du projet est alors donné avec une justification portant sur la sensibilité et la capacité d'adaptation (tableau 23). Parmi les 29 impacts potentiels identifiés, 5 sont liés à une vulnérabilité modérée, 17 à une vulnérabilité basse, 4 à une vulnérabilité très basse et 3 représentent une occasion à saisir (section 6.3).

Au chapitre 6, le pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel est combiné à la probabilité de changement de l'aléa climatique auquel il est associé afin de déterminer la probabilité que ledit impact se produise. Seuls les impacts les plus probables seront retenus pour la suite de l'analyse de risque.

Tableau 23 Pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel identifié

	IMPACTS POTENTIELS	JUSTIFICATION	POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ
1	Infiltration d'eau dans les galeries et les tunnels	L'infiltration d'eau dans les galeries pourrait avoir lieu lors d'épisodes extrêmes de précipitations ou de la fonte rapide du manteau neigeux. Toutefois, ces épisodes seraient ponctuels et temporaires. Ceci est un enjeu au niveau du pompage des eaux d'infiltrations dans les tunnels et les galeries de la mine et de la présence des rampes d'accès. Un plan de prévention et réparation pourrait être mis en place afin de prévenir et réparer les cas ponctuels d'infiltrations. Un plan d'urgence pour l'évacuation et pompage d'eau souterraine pourrait être facilement mis en place.	Basse
2	Affaissement de terrain à l'entrée de la mine (rampes d'accès) et au niveau des galeries	L'affaissement de terrain avancé serait entraîné par des épisodes de précipitations extrêmes, des précipitations hivernales changeantes ou des cycles de gel-dégel plus récurrents. Cependant, puisque les portails seront couverts, il est très peu probable que le ruissellement de l'eau à l'intérieur des rampes d'accès soit suffisamment important pour y affaiblir le terrain. De plus, l'apport en air chaud durant l'hiver par les monteries situées près de l'entrée des portails d'accès à la mine permettra d'assurer un meilleur contrôle de la température, annulant ainsi l'impact des cycles de gel-dégel qui auront lieu en surface.	Très basse
3	Détérioration de la qualité de l'air	Certains événements climatiques auront un impact sur la qualité de l'air en général, notamment les feux de forêts et l'augmentation des périodes de sécheresse associées à du vent. Une dégradation de la qualité de l'air est à prévoir lors de ces événements. La qualité de l'air dans la mine souterraine est assurée par quatre cheminées équipées de ventilateurs qui créeront un système de traction permettant l'aspiration d'air frais à partir des rampes d'accès. Plusieurs ventilateurs d'appoint sont installés afin de maintenir une circulation d'air adéquate dans toute la mine. L'interruption temporaire de ce système pourrait mettre en danger les travailleurs sur place, mais plusieurs procédures opérationnelles standards existent dans le domaine afin de pallier ce risque. Un plan d'urgence, de suivi et d'entretien du système de ventilation pourrait être facilement mis en place pour éviter sa défaillance. Une génératrice d'urgence pourrait également être déplacée à cet endroit.	Très basse
4	Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	La rareté de l'eau et la sècheresse des sols pourraient limiter la capacité à contrôler le transport éolien de particules du parc à résidus vers le milieu naturel avoisinant. Les températures estivales élevées pourraient favoriser l'évapotranspiration pouvant accroître la volatilité des particules du parc à résidus. Ceci pourrait affecter non seulement la qualité des sols à proximité, mais également la qualité de l'air. En revanche, la granulométrie des stériles mis en place fait en sorte que le transport éolien vers le milieu naturel avoisinant à partir de la halde à stériles est pratiquement inexistant. L'utilisation d'un abat-poussières (conforme à la norme du BNQ) sera envisagée sur les routes. La volatilité des poussières n'est pas facilement contrôlable, mais plusieurs mesures seront intégrées dans la modélisation de la dispersion atmosphérique qui mènera à des recommandations qui pourraient inclure : arrosage des routes avant le transport, entretien régulier des chemins d'accès, utilisation de matériaux non friables et présentant une bonne résistance à l'abrasion routière, etc.	Modérée
5	Érosion accélérée des pentes des haldes à stériles et à mort-terrain et du parc à résidus	L'augmentation de la probabilité d'érosion des résidus miniers est provoquée par une évapotranspiration accélérée, facilitant l'érosion éolienne. Les précipitations extrêmes, les cycles de gel-dégel et la modification du régime des précipitations hivernales risquent de provoquer l'érosion des pentes. En revanche, la granulométrie importante de la halde à stériles fait en sorte que ceux-ci ont moins de chance de glisser, et ce malgré des précipitations extrêmes plus intenses. De plus, les critères de conception du site ont été calculés avec des facteurs de sécurité qui incluent les changements climatiques.	Basse
6	Bris de machinerie en condition de verglas	Les épisodes de pluies verglaçantes pourraient entrainer des bris, ou pourraient impacter négativement la productivité au travail. Certains équipements de la mine sont exposés. Ce niveau d'exposition peut mener à une détérioration accélérée et rendre les machines/équipements inutilisables. Il s'agit toutefois de situations temporaires et ponctuelles. S'assurer que le plan de mesures d'urgence intègre un risque lié aux verglas pour une préparation optimale. Puisque des ajouts de systèmes de protection aux équipements critiques ont déjà été pris en compte, l'emphase devrait être mise sur l'entretien régulier des machineries plus exposées aux intempéries afin de prolonger leur durée de vie.	Basse
7	Accélération de la végétalisation naturelle	Occasion à saisir (section 6.3)	
8	Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	L'augmentation des cycles gel-dégel pourrait entraîner une dégradation accélérée et des bris au niveau des tuyaux et des conduits souterrains. Des fissures dans les matériaux pourraient occasionner une contamination de l'environnement. La zone de gel-dégel du sol a été prise en compte lors de la conception et l'infrastructure sera positionnée de manière à prendre en compte ce risque. De plus, les tuyaux sont enclavés dans le réseau de capture des eaux du site.	Très basse
9	Déversement accidentel d'eau contaminée dans l'environnement en raison du manque de capacité des ouvrages de gestion des eaux	Une étude sectorielle concernant la végétation et les milieux humides a été produite. Le déversement ou débordement des eaux contaminées engendrerait des dommages significatifs à l'environnement. Plusieurs fossés, ponceaux et bassins seront aménagés sur le site, permettant ainsi de diriger et de recueillir les eaux de ruissellement des haldes ainsi que du parc à résidus. Le dimensionnement des ouvrages de collecte et de rétention des eaux issues du parc à résidus a été conçu selon les critères liés à une période de retour de 2 000 ans, contre une période de retour de 100 ans pour les ouvrages de collecte et de rétention des eaux issues des autres infrastructures minières de surface. De plus, les données climatiques projetées à l'horizon 2050 ont été considérées dans l'analyse du bilan d'eau du système minier et la conception des ouvrages de retenue. Une révision de l'analyse climatique des données liées aux précipitations devrait être réalisée régulièrement afin de valider que les critères de conception sont toujours d'actualité tout au long de la durée de vie de la mine. En cas d'insuffisance de drainage, les infrastructures du site, ainsi que le milieu naturel environnant, deviennent très sensibles.	Basse
10	Augmentation de la quantité des eaux d'exhaure	L'augmentation des événements de précipitations extrêmes ainsi que la modification du régime de précipitations hivernales engendreront une augmentation des précipitations annuelles totales, ce qui pourrait avoir une incidence sur la recharge en eau et, par le fait même, de la quantité des eaux souterraines dont le pompage devra être assuré. Cependant, les critères de conception des équipements de pompage prennent en considération les périodes de crue et incluent un facteur de sécurité.	Basse
11	Hausse de la variabilité de la disponibilité en eau	L'allongement de la saison estivale, les températures estivales élevées et la sécheresse peuvent engendrer des épisodes de manque d'eau pouvant affecter l'approvisionnement des installations. Cependant, l'usine de traitement du minerai et les bâtiments de soutien seront approvisionnés en eau potable provenant d'un puits et pas de l'eau de surface (plus sensible aux épisodes de sècheresse). L'eau pompée sera emmagasinée dans un réservoir et traitée avant d'être distribuée aux points requis de l'usine. Un système de recyclage d'eau est également prévu, où une partie de l'eau récoltée dans les bassins sera pompée et acheminée vers l'usine de traitement du minerai. Le système de captation d'eau est déjà bien adapté puisque la source est souterraine. Un contrat d'approvisionnement en urgence pour l'eau potable est déjà en place avec un fournisseur.	Très basse

Tableau 23 (suite) Pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel identifié

	IMPACTS POTENTIELS	JUSTIFICATION	POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ
12	Génération de drainage minier acide	Le minerai a été identifié comme potentiellement générateur de drainage minier acide, phénomène aggravé par les cycles de mouillage/séchage, notamment lors d'épisodes de précipitations extrêmes, de l'occurrence de cycles de gel- dégel. Plusieurs composantes majeures du projet sont concernées par cet impact, principalement le parc à résidus et les infrastructures de gestion des eaux de surface et de contact. Celles-ci assurent un drainage adéquat du parc à résidus de même afin d'éviter un écoulement des eaux directement vers le milieu environnant. Le parc à résidus comprendra un revêtement géomembrane pour limiter l'infiltration d'eau interstitielle dans les eaux souterraines, les résultats de la modélisation de la possible infiltration de l'eau vers les eaux souterraines ont montré que les volumes anticipés sont très faibles. En plus, la restauration progressive du parc à résidus avec un déploiement en trois phases permet de limiter l'exposition dans le temps des résidus. D'autres moyens incluent le compactage des résidus pour minimiser les infiltrations d'eau dans le parc ainsi que le recouvrement final du parc à résidus avec une géomembrane. Ces derniers sont des facteurs clé qui vont permettre de contrôler la réaction. De plus, les essais cinétiques en laboratoire sur les résidus ont montré que le pH a commencé à chuter après 150 semaines. Ainsi, en fonction des mesures présentées précédemment, si le compactage est efficace et les cellules recouvertes après quelques années d'exploitation (la phase 1 du parc à résidus est celle qui sera la plus longuement exposées, soit 5 ans), il est possible de croire que la génération d'acidité serait évitée. Dans tous les cas, les eaux sont recueillies et traitées par le biais d'une usine de traitement de l'eau avant de remettre les eaux dans l'environnement. Le pH fait partie des composantes qui sont traitées.	Basse
13	Insuffisance de drainage du site, des routes de services et des chemins d'accès	Les précipitations extrêmes, la fonte éclair de neige, et l'augmentation des épisodes de pluies sur neige risquent de favoriser l'érosion ou l'inondation des accès ou aux infrastructures. Les conditions climatiques extrêmes contribueront à une détérioration plus avancée des routes et de chemin d'accès. Toutefois, les dégradations sont graduelles et donc prévisibles. La réfection des chemins d'accès et des chemins sur le site continuera d'être réalisée quotidiennement, ce qui permet un entretien non seulement préventif, mais également rapide après un événement exceptionnel.	Basse
14	Pannes de courant prolongées	L'apport en électricité se fait par une ligne électrique aérienne fournie par une tierce partie. De telles lignes sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques mentionnés. En cas d'échec du système électrique principal, le système de secours pourrait fonctionner temporairement et assurer la sécurité des travailleurs. Le cas de défaillance de l'alimentation d'urgence et des services de communication pourrait mettre les travailleurs en danger. La défaillance du réseau de distribution électrique sera intégrée au plan de mesures d'urgence de site. La mise en place de génératrices permettant d'assurer la puissance minimale requise ainsi qu'un programme de suivi et d'entretien du système électrique sont prévus dans le cadre du projet. Comme la capacité de stockage de combustible sera grande, Osisko pourra intégrer au plan de mesures d'urgence des mécanismes pour assurer un ravitaillement plus fréquent si cette situation se réalise.	Basse
15	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation	Un manque de contrôle de la température expose directement le confort des employés dans les lieux fermés. D'ici les prochaines décennies, le besoin en énergie pour la climatisation sera entre trois et quatre fois plus que présentement. Au besoin, l'ajout d'une capacité supplémentaire de climatisation peut facilement être mis en place. Une planification en avance pourrait faire baisser les coûts associés.	Modérée
16	Économie d'énergie de chauffage	Occasion à saisir (section 6.3)	
17	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments	L'effondrement du toit des bâtiments serait catastrophique. Les critères de conception et les seuils de neige au toit ont été validés en fonction du code national du bâtiment en vigueur ² . L'enlèvement régulier de la neige accumulée sur les toits peut facilement être fait, tout comme lors de grosses tempêtes.	Très basse
18	Dilatation/contraction thermique de l'enveloppe et des matériaux	Dans le cas d'une vague de chaleur de longue durée, il est possible qu'elle provoque la dilatation thermique du revêtement métallique des bâtiments. Dans le cas d'épisode de froid extrême, il est possible qu'il provoque la contraction thermique du revêtement métallique des bâtiments. L'inspection et les réparations régulières des composantes du revêtement sont des mesures faciles à mettre en place.	Basse
19	Insuffisance du drainage du toit	L'intégrité et l'étanchéité du toit sont des éléments primordiaux à la bonne tenue des opérations. Les critères de conception et les seuils de drainage des toitures ont été validés en fonction du code national du bâtiment en vigueur. Le système de drainage peut être conçu en fonction des précipitations futures, selon le cas. De plus, l'entretien régulier des drains du toit et un déneigement de ceux-ci lors de la période hivernale sont des mesures qui peuvent facilement être intégrées au programme d'entretien des installations.	Basse
20	Pression du vent sur les infrastructures et leurs composantes (p. ex. murs et portes)	Les critères de conception et les seuils de charge de vent ont été validés en fonction du code national du bâtiment en vigueur, qui ne prend cependant pas en compte les changements climatiques anticipés (ceux-ci seront intégrés à la prochaine version du code, dont la parution est prévue pour 2025). Selon la valeur historique de vitesse maximale de vent (les vitesses horaires maximales enregistrées entre 37 et 50 km/h dans la municipalité d'Amos et jusqu'à 61 km/h à l'aéroport de Matagami) et les tendances pour les prochaines décennies (+ 40 à 60 %), la sensibilité des bâtiments sur le site demeure basse par rapport à cet impact. Les lignes électriques aériennes et les tours de télécommunications restent vulnérables aux vents extrêmes. En cas de besoin, augmenter la charge verticale/horizontale est difficile à réaliser sur un bâtiment existant.	Basse
21	Dégâts importants/perte totale des infrastructures essentielles	Les principales infrastructures d'alimentation électrique sont exposées aux conditions météorologiques extrêmes, telles que le verglas et les vents forts. Les tours de télécommunications sont aussi sensibles à ces aléas. Les feux de forêt à proximité du site pourraient engendrer des dommages significatifs aux bâtiments et aux infrastructures sensibles tels que les lignes électriques et les tours de télécommunications. La réparation des équipements peut être coûteuse, surtout lorsqu'il s'agit de dégâts soudains et imprévisibles. En cas de besoin, augmenter la charge verticale/horizontale de vent est difficile à réaliser sur un bâtiment existant. Les équipements exposés restent vulnérables. Des plans de mesures et de protection des infrastructures, en cas de feux de forêt, peuvent être mis en place afin de réduire les dommages.	Basse
22	Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	Des évènements extrêmes pourront avoir lieu plus régulièrement dans le climat futur, tels que les vagues de chaleur, les précipitations extrêmes, les feux de forêt, et les vents extrêmes. Ceux-ci pourront impacter négativement les opérations et la productivité au travail. Des événements extrêmes pourront augmenter la complexité des opérations du parc à résidus, entrainant des coûts supplémentaires. L'ajout d'un quart de travail de nuit a été envisagé par Osisko pour l'empilement des résidus. Des mesures peuvent être mises en place afin de maintenir le rythme et la productivité du travail, telles qu'un changement sur le calendrier de certaines activités à l'extérieur et l'ajustement du système de rotation des travailleurs. Le site se situe dans une région exposée aux feux de forêt. Dans un climat futur plus chaud, il est possible que la sensibilité à cet aléa devienne plus importante. Concernant les évènements de feux de forêt, il serait nécessaire de réviser le plan d'urgence lié à cet aléa pour une préparation optimale. Prévoir des pauses supplémentaires pour les travailleurs lors de froid et de chaleur extrême.	Modérée

² À noter que le code actuellement en vigueur ne prend cependant pas en compte les changements climatiques anticipés (ceux-ci seront intégrés à la prochaine version du code, dont la parution est prévue pour 2025)

Tableau 23 (suite) Pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel identifié

	IMPACTS POTENTIELS	JUSTIFICATION	POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ
23	Augmentation du nombre d'accidents de travail	Les opérations minières présentent déjà plusieurs risques en raison de la nature du travail, lequel pourrait croître avec les conditions climatiques futures. En cas de feu de forêt à proximité du site, l'évacuation devra se faire rapidement pour protéger tous les travailleurs. Le maintien des mesures strictes dans le plan de gestion de la santé et de la sécurité sera poursuivi. Le programme d'accueil et de formations de l'entreprise permettra de maintenir la sensibilisation des travailleurs, entre autres sur les enjeux climatiques. Le respect strict des recommandations émises par les instituts de santé publique se poursuivra et, si requis, les travaux pourront être réorganisés en dehors des heures les plus chaudes en cas de besoin.	Basse
24	Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	L'augmentation générale des températures coïncide généralement avec une recrudescence de maladies vectorielles, cela pourrait toucher davantage les travailleurs en extérieur. Le Québec entreprend déjà des campagnes de prévention et les normes/habitudes de santé publique sont communiquées et implémentées parmi les employés. De la sensibilisation additionnelle peut très facilement être mise en place en cas d'année particulièrement active.	Très basse
2	Mauvaises conditions routières	En cas d'évènements extrêmes météorologiques (p. ex. précipitations extrêmes, tempête de neige, pluie verglaçante et vent extrême), les opérations du site peuvent être suspendues jusqu'à ce que la situation ne pose pas un danger pour les opérateurs. Toutefois, bien que des mauvaises conditions routières puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. Aucune activité n'est réalisée sur les sites d'Osisko si les conditions météorologiques peuvent mettre la sécurité des travailleurs en danger. Des mesures pourraient être mises en place au cas par cas, selon l'événement.	Basse
20	Perte d'accès au site et incapacité d'évacuation	L'accès au complexe minier se fera à partir du chemin forestier R-6000. En cas d'évènements extrêmes météorologiques (p. ex. précipitation extrême, feux de forêt, tempête de neige, pluie verglaçante et vent extrême), une perte d'accès au site peut être envisageable. Toutefois, bien que des pertes potentielles d'accessibilité au site puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. Les services d'entretien routiers déjà en place assurent l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains évènements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante et les feux de forêt pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier.	Basse
2	Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère	Le manque de pluie sur des longues périodes peut limiter la capacité des exploitants à contrôler les poussières inhérentes à la nature de l'exploitation (p. ex. transport des matériaux) et entreposage des résidus miniers. La volatilité des poussières n'est pas facilement contrôlable, mais plusieurs mesures seront intégrées dans la modélisation de la dispersion atmosphérique qui mènera à des recommandations qui pourraient inclure : arrosage des routes avant le transport, entretien régulier des chemins d'accès, utilisation de matériaux non friables et présentant une bonne résistance à l'abrasion routière, etc. De plus, l'utilisation d'abat-poussière sur les routes est envisagée.	Basse
2	Allongement de la saison avec conditions favorables pour les travaux en extérieur	Occasion à saisir (section 6.3)	
29	Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	Les conditions climatiques extrêmes (p. ex. précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration plus avancée des routes et de chemin d'accès. Toutefois, les dégradations sont graduelles et donc prévisibles. L'entretien du chemin d'accès des chemins sur le site continuera d'être réalisée quotidiennement, ce qui permet un maintien d'une surface de roulement optimale, mais permettrait également d'effectuer une intervention rapide après un événement exceptionnel.	Basse

6 DESCRIPTION ET ÉVALUATION DES RISQUES

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. En d'autres termes, 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. 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 de même que l'expérience acquise lors de projets similaires passés.

6.1 PROBABILITÉ ET SÉLECTION DES IMPACTS

La probabilité des impacts est obtenue en croisant la probabilité de changement des aléas climatiques concernés (évaluation de l'exposition à la section 3.6) avec la vulnérabilité du projet à l'impact en question (chapitre 5) selon la grille décrite au tableau 3 (section 1.4). Dans le cas où un impact potentiel est causé par plus d'un aléa climatique, le pointage de probabilité de changement utilisé correspond à la valeur maximum du pointage des aléas concernés, dans le but d'éviter de sous-estimer le niveau de probabilité qu'un impact se produise. Les impacts ayant une probabilité basse ou très basse (tableau 24) ne sont plus considérés pour le reste de l'analyse. Ainsi, parmi les 29 impacts identifiés, 13 ont été retenus pour la suite de l'analyse.

Tableau 24 Pointage de probabilité de chaque impact potentiel identifié

	IMPACTS POTENTIELS	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DE L'IMPACT	SÉLECTION (O/N)
1	Infiltration d'eau dans les galeries et les tunnels	Modérée	0
2	Affaissement de terrain à l'entrée de la mine (rampes d'accès) et au niveau des galeries	Basse	N
3	Détérioration de la qualité de l'air	Basse	N
4	Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	Haute	0
5	Érosion accélérée des haldes à stériles et à mort-terrain et du parc à résidus	Modérée	0
6	Bris de machinerie en condition de verglas	Basse	N
7	Accélération de la végétalisation naturelle	Occasion à saisir (section 6.3)	

Tableau 24 (suite) Pointage de probabilité de chaque impact potentiel identifié

	IMPACTS POTENTIELS	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DE L'IMPACT	SÉLECTION (O/N)
8	Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	Modérée	0
9	Déversement accidentel d'eau contaminée dans l'environnement en raison du manque de capacité des ouvrages de gestion des eaux	Basse	N
10	Augmentation de la quantité des eaux d'exhaure	Basse	N
11	Hausse de la variabilité de la disponibilité en eau	Basse	N
12	Génération de drainage minier acide	Haute	0
13	Insuffisance de drainage du site, des routes de services et des chemins d'accès	Modérée	0
14	Pannes de courant prolongées	Basse	N
15	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation	Haute	0
16	Économie d'énergie de chauffage	Occasion à saisir (section 6.3)	
17	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments	Basse	N
18	Dilatation/contraction thermique de l'enveloppe et des matériaux	Modérée	0
19	Insuffisance du drainage du toit	Basse	N
20	Pression du vent sur les infrastructures et leurs composantes (p. ex. murs et portes)	Basse	N
21	Dégâts importants/perte totale des infrastructures essentielles	Basse	N
22	Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	Haute	0
23	Augmentation du nombre d'accidents de travail	Modérée	0
24	Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	Modérée	0
25	Mauvaises conditions routières	Modérée	0
26	Perte d'accès au site et incapacité d'évacuation	Basse	N
27	Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère	Basse	N
28	llongement de la saison avec conditions favorables pour les travaux en extérieur Occasion à saisir (section 6		section 6.3)
29	Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	Modérée	0

6.2 SÉVÉRITÉ DES IMPACTS ET POINTAGE INITIAL DES RISQUES

La sévérité de chaque impact sélectionné est évaluée selon trois axes (social, environnemental et économique) en suivant les échelles présentées à l'annexe A. La sévérité finale correspond alors au pointage de sévérité maximal des trois axes, dans le but de garder une approche conservatrice et de ne pas écarter certains risques de façon erronée. Le tableau 25 donne le pointage de sévérité de chaque impact.

Tableau 25 Pointage de sévérité de chaque impact retenu

		POINTAGES DE SÉVÉRITÉ*				
	IMPACTS POTENTIELS	Soc.	Env.	Éco.	Final	
1	Infiltration d'eau dans les galeries et les tunnels	Très faible	Très faible	Faible	Faible	
4	Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	Faible	Modérée	Élevée	Élevée	
5	Érosion accélérée et perte de stabilité des pentes des haldes à stériles et à mort-terrain et du parc à résidus	Très faible	Faible	Faible	Faible	
8	Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	Modérée	Très élevée	Élevée	Très élevée	
12	Génération de drainage minier acide	Élevée	Très élevée	Très élevée	Très élevée	
13	Insuffisance de drainage du site, des routes de services et des chemins d'accès	Faible	Très faible	Faible	Faible	
15	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation	Faible	Très faible	Faible	Faible	
18	Dilatation/contraction thermique de l'enveloppe et des matériaux	Très faible	Très faible	Faible	Faible	
22	Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	Élevée	Très faible	Élevée	Élevée	
23	Augmentation du nombre d'accidents de travail	Élevée	Très faible	Élevée	Élevée	
24	Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	Élevée	Très faible	Modérée	Élevée	
25	Mauvaises conditions routières	Modérée	Très faible	Modérée	Modérée	
29	Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	Très faible	Faible	Modérée	Modérée	

De ce pointage de sévérité, le niveau de risque lié à chaque impact peut être identifié (tableau 26). Des 13 impacts retenus, un a un niveau de risque très élevé, cinq ont un niveau de risque élevé, trois ont un niveau de risque modéré et quatre ont un niveau faible.

Tableau 26 Pointage de risque initial de chaque impact retenu

	IMPACTS POTENTIELS				
1	Infiltration d'eau dans les galeries et les tunnels	Faible			
4	Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	Élevé			
5	Érosion accélérée et perte de stabilité des pentes des haldes à stériles et à mort-terrain et du parc à résidus	Faible			
8	Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	Élevé			
12	Génération de drainage minier acide	Très élevé			
13	Insuffisance de drainage du site, des routes de services et des chemins d'accès	Faible			

Tableau 26 (suite) Pointage de risque initial de chaque impact retenu

	IMPACTS POTENTIELS				
15	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation	Modéré			
18	Dilatation/contraction thermique de l'enveloppe et des matériaux	Faible			
22	Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	Élevé			
23	Augmentation du nombre d'accidents de travail	Élevé			
24	Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	Élevé			
25	Mauvaises conditions routières	Modéré			
29	Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	Modéré			

Le plus souvent, ces risques peuvent facilement être atténués par des contrôles réguliers et des mesures relativement simples à mettre en place. Ceux-ci sont proposés pour les risques modérés, élevés et très élevés à la section 7.

6.3 OCCASIONS 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. Une brève analyse de ces occasions potentielles a pu montrer qu'elles étaient essentiellement associées à la hausse des températures et l'allongement de la saison d'opération :

La saison donnant des conditions favorables à la construction serait plus longue.

Certaines activités de construction et d'exploitation pourraient bénéficier d'une saison de travail plus longue. La planification d'un calendrier d'activités de construction/exploitation augmentées est facile à mettre en place pour certaines activités. Il est tout de même important de noter que certaines tâches s'effectuent plus facilement en hiver.

Des températures plus élevées en hiver contribueraient à économiser en chauffage.

Une capacité de chauffage suffisante permet aux employés de travailler efficacement. D'ici la fin de la durée de vie de la mine, la demande en énergie pour le chauffage baissera d'environ 18 %. Avoir un système de chauffage réglé sur des périodes moins froides est un avantage facile à mettre en place.

Par des températures plus élevées, la végétation reprendrait plus rapidement sa place lors de la restauration du site.

Une accélération de la végétalisation a un impact négatif en période de construction/exploitation, en raison d'une augmentation de l'entretien des chemins d'accès. Cependant, ceci réduira légèrement le temps de restauration du site. Prendre en compte cette accélération dans l'entretien. Lors de la restauration, il est également facile de changer d'espèces plantées pour que la végétation soit mieux adaptée aux conditions climatiques futures.

7 MESURES D'ADAPTATION ET NIVEAU DE RISQUE RÉSIDUEL

Le niveau de risque identifié dans la section précédente prend uniquement en compte les mesures d'adaptation et de contrôle déjà mises en place ou prévues par Osisko. La mise en œuvre d'autres mesures pendant les différentes phases du projet pourrait en effet permettre de diminuer le niveau de risque des impacts retenus de manière significative. Des exemples de telles mesures sont énumérés au tableau 27 pour les risques modérés, élevés et très élevés présentés au tableau 26.

Tableau 27 Mesures d'adaptation mises de l'avant pour les risques modérés, élevés et très élevés

	IMPACTS POTENTIELS	POINTAGE DE RISQUE INITIAL	MESURES MISES DE L'AVANT	POINTAGE DE RISQUE FINAL
4	Transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant	Élevé	 Surveillance accrue de la qualité de l'air (collaboration d'un partenaire externe possible ou autre moyen équivalent) – voir chapitre 13 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Faible
8	Bris des tuyaux et des conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement	Élevé	 Mise en place de mesures de de suivi et/ou de protection supplémentaires du système afin de réduire le nombre d'accidents liés aux événements climatiques. – voir section 3.5 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Faible
12	Génération de drainage minier acide	Très élevé	 Maintien du programme d'inspection rigoureuse de l'état des infrastructures de gestion des eaux de surface et de contact mené lors des activités d'exploration minière et intégration à celui-ci des nouvelles infrastructures particulièrement celles associées au parc à résidus – voir chapitre 13 de l'étude d'impact sur l'environnement. Ajout des infrastructures de gestion de l'eau au programme de suivi d'intégrité des infrastructures – voir chapitre 13 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Modéré
15	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation	Modéré	 Vérification des critères de conception des systèmes de climatisation en considérant les conditions climatiques futures des projections de chaleurs extrêmes, et modification de la conception avant le début de la construction si besoin- voir section 3.8.8 de l'étude d'impact sur l'environnement. Mise en place de suffisamment de génératrices pour pouvoir alimenter en électricité les infrastructures sensibles – voir section 3.8.8 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Faible
22	Perturbation des opérations et/ou perte de productivité au travail	Élevé	 Possibilité de réorganiser le calendrier d'activités extérieur en dehors des périodes d'évènements météorologiques extrêmes – voir plan de mesures d'urgence au chapitre 12. Surveillance accrue lors de conditions propices aux incendies forestiers - voir plan de mesures d'urgence au chapitre 12 de l'étude d'impact sur l'environnement. Implantation de systèmes de protection des équipements critiques ou à risque de propagation du feu (stockage de combustible) – voir section 3.8.4 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Modéré
23	Augmentation du nombre d'accidents de travail	Élevé	 Amélioration continue du programme de santé et de sécurité en cas d'évènements météorologiques extrêmes – voir plan de mesures d'urgence au chapitre 12 et section 3.10 de l'étude d'impact sur l'environnement. Sensibilisation des travailleurs sur les enjeux climatiques et leurs répercussions sur leur travail/activités au site – voir annexe 5-2 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Très faible
24	Augmentation des cas de transmission de maladies vectorielles (p. ex. maladie de Lyme)	Élevé	 Surveillance accrue des conditions environnementales (collaboration d'un partenaire externe possible) et amélioration du système de santé existant au site qui sera bonifié lors des phases ultérieures du projet. 	Faible
25	Mauvaises conditions routières	Modéré	 Utilisation des données météorologiques recueillies à même le site pour adapter les activités en cas de conditions extrêmes – voir plan de mesures d'urgence au chapitre 12 de l'étude d'impact sur l'environnement. Continuer d'assurer qu'il y ait un entretien régulier des routes afin de maintenir une bonne surface de roulement – voir section 3.8.1 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Faible
29	Dégradation graduelle des routes de services et des chemins d'accès	Modéré	 Surveillance accrue des conditions routières, surtout après des évènements extrêmes de pluie et durant la saison printanière – voir plan de mesures d'urgence au chapitre 12 de l'étude d'impact sur l'environnement. Adaptation du programme d'entretien régulier des routes en fonction des événements climatiques extrêmes afin de maintenir une bonne surface de roulement – voir section 3.8.1 de l'étude d'impact sur l'environnement. 	Très faible

8 CONCLUSION

La présente étude de résilience climatique avait pour objectif d'évaluer les risques liés aux changements climatiques pour toutes les composantes du projet d'exploitation du complexe minier Windfall, incluant l'extraction et le traitement sur place du minerai, et ce, pour les différentes phases de sa durée de vie (construction, exploitation, fermeture), ainsi que de déterminer les mesures d'adaptation à mettre en place pour atténuer ces risques. Cette étude, réalisée en conformité avec les lignes directrices du document « Les changements climatiques et l'évaluation environnementale : Guide à l'intention de l'initiateur du projet » du MELCCFP (MELCC, 2021), lui-même conforme aux exigences de la norme ISO 31000:2018 (ISO 31000, 2018) sur la gestion des risques et de la norme ISO 14091:2021 (ISO 14091, 2021) sur l'adaptation aux changements climatiques, comprenait plusieurs étapes, comme indiqué aux sections 1.2 et 1.3 et résumé ici:

- Étape 1 : Identification et description des aléas climatiques susceptibles d'entraîner des répercussions sur le projet ou de modifier ses impacts sur le milieu.
- Étape 2: Identification des composantes du projet susceptibles d'être affectées par ces aléas.
- Étape 3 : Description des conséquences pour le projet et son milieu de réalisation.
- Étape 4 : Description et évaluation des impacts et des risques.
- Étape 5: Proposition de mesures d'adaptation afin de diminuer le niveau des risques identifiés.

L'étude a mis en évidence un impact potentiel dont le niveau de risque initial est considéré comme très élevé, soit la génération de drainage minier acide (tableau 26). Cinq impacts potentiels ont également été identifiés avec un niveau de risque initial élevé et trois autres avec un niveau de risque initial modéré. Parmi ces impacts, on peut citer le bris de tuyaux et conduits souterrains occasionnant une contamination de l'environnement, le transport éolien de particules potentiellement contaminées vers le milieu naturel avoisinant ainsi que la perturbation des opérations et/ou une perte de productivité au travail, pour n'en nommer que quelques-uns. La liste de mesures d'adaptation additionnelles proposées (tableau 27) pourrait permettre de réduire à un niveau inférieur le pointage de risque initial de tous les impacts potentiels considérés; ainsi, le plus haut niveau de risque résiduel correspondrait à un risque modéré (deux impacts potentiels).

Il est toutefois important de noter que cette analyse doit être considérée comme un processus itératif. Il est recommandé que l'analyse soit mise à jour si des changements majeurs sont apportés aux composantes du projet minier Windfall.

RÉFÉRENCES

- BOBROWSKY, P.T. ET M.J. DOMINGUEZ (2012). Landslide susceptibility map of Canada. Geological Survey of Canada, Open File 7228. Échelle 1:6 millions. DOI: 10.4095/291902.
- CEHQ Centre d'expertise hydrique du Québec (2018). Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional. Direction de l'expertise hydrique, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 34 pages.
 PDF disponible sur : https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/doc-accompagnement.pdf
- CHENG, C.S., H. Auld, Q. Li et G. Li (2012). Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south-central Canada. Climatic Change, 112, 963-979. DOI: 10.1007/s10584-011-0252-0.
- CHENG, V.Y.S., G.B. Arhonditsis, D.M.L. Sills, H. Auld, M.W. Shephard, W.A. Gough et J. Klaassen (2013).
 Probability of Tornado Occurrences Across Canada, Journal of Climate, 26, 9415-9428. DOI: 10.1175/JCLI-D-13-00093.1.
- CHENG, C.S., E. Lopes, C. Fu et Z. Huang (2014). Possible impacts of climate change on wind gusts under downscaled future climate conditions: Updated for Canada. Journal of Climate, 27, 1255-1270.
- CRIM Centre de recherche informatique de Montréal (2022). Données climatiques Canada.
 Site Internet : https://donneesclimatiques.ca/
- ECCC Environnement et Changement climatique Canada (2022). Données climatiques historiques.
 Site Internet : https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html
- FLANNIGAN, M. (2020). Mike Flannigan Fire Management Systems Laboratory. Fire and Climate Change.
 Site Internet: https://sites.ualberta.ca/~flanniga/climatechange.html
- GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2014). Summary for policymakers.
 Dans: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.
 Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate
 Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi,
 Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, et L.L.White
 (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
- GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (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 et B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. DOI: 10.1017/9781009157896.
- GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2022). Summary for policymakers.
 Dans : Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem et B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-33. DOI: 10.1017/9781009323844.001.

- GOUVERNEMENT DU CANADA (2016). Carte des « points chauds » de la foudre au Canada.
 Site Internet : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/foudre/statistiques/cartes-points-chauds.html
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2018). Échelle de Fujita améliorée pour l'évaluation des dommages causés par le vent. Site Internet : https://www.canada.ca/fr/environnement-changementclimatique/services/meteo-saisonniere-dangereuse/echelle-fujita-dommages-causes-vent.html
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2019). Activité orageuse dans les villes canadiennes.
 Site Internet : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/foudre/statistiques/activite-orageuse-Villes-canadiennes.html
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2012). Normales climatiques 1981-2010 Climat du Québec.
 Site Internet : https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/normales/climat-qc.htm
- INFRASTRUCTURE CANADA (2019). Optique des changements climatiques Lignes directrices générales.
 PDF disponible sur : https://www.infrastructure.gc.ca/alt-format/pdf/guidelines-lignes-directrices/optique-des-changements-climatiques-Lignes-directrices-g%C3%A9n%C3%A9rales-2019-10-31.pdf
- ISO 14091 (2021). Adaptation au changement climatique Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques. PDF explicatif disponible gratuitement sur :
 https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/fr/PUB100449_fr.pdf
- ISO 31000 (2018). Management du risque. PDF explicatif disponible gratuitement sur : https://www.iso.org/fr/publication/PUB100426.html
- MELCC Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2021).
 Les changements climatiques et l'évaluation environnementale Guide à l'intention de l'initiateur de projet.
 84 pages.
 - $PDF\ disponible\ sur: https://www.environnement.gouv.qc.ca/evaluations/directive-etude-impact/guide-intention-initiateur-projet.pdf$
- MELCC Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2022a).
 Les régions hydrographiques.
 - Site Internet: https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/regionshydro/index.htm
- MELCC Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2022b).
 Description des provinces naturelles Province F Basses-terres de l'Abitibi et de la baie James.
 Site Internet : https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4f.htm
- MFFP Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (2022). Forêt ouverte.
 Carte interactive disponible sur : https://www.foretouverte.gouv.qc.ca/
- MITCHELL, D.M., S.M. Osprey, L.J. Gray, N. Butchart, S.C. Hardiman, A.J. Charlton-Perez et P.
 Watson (2012). The Effect of Climate Change on the Variability of the Northern Hemisphere Stratospheric Polar Vortex, Journal of the Atmospheric Sciences, 69(8), 2608-2618. DOI: https://doi.org/10.1175/JAS-D-12-021.1
- MSP Ministère de la Sécurité publique du Québec (2009). Concepts de base en sécurité civile.
 Site Internet : https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-et-statistiques/concepts-base/en-ligne.html

- OURANOS (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec.
 Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos, 397 p. PDF disponible sur : https://ouranos.ca/wp-content/uploads/SyntheseRapportfinal.pdf
- OURANOS (2021). Portraits climatiques, version 1.2.1. Site Internet: https://portclim.ouranos.ca/#/
- PCC Prairie Climate Centre (2022). L'Atlas climatique du Canada, version 2.0.
 Site Internet : https://atlasclimatique.ca/
- RESSOURCES NATURELLES CANADA (1995). L'Atlas national du Canada, 5º édition Carte de pergélisol. PDF disponible sur :
 http://ftp.geogratis.gc.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.
 Site Internet : https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/accueil
- ROMPS, D.M., J.T. Seeley, D. Vollaro and J. Molinari (2014). *Projected Increase in Lightning Strikes in the United States due to Global Warming*, Science, 346(6211), 851-854. DOI: 10.1126/science.1259100.
- SENERAVITNE, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera et X. Zhang (2012). "Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment". Dans: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M.Tignor and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.
- SENEVIRATNE, S.I., X. Zhang, M. Adnan, W. Badi, C. Dereczynski, A. Di Luca, S. Ghosh, I. Iskandar, J. Kossin, S. Lewis, F. Otto, I. Pinto, M. Satoh, S.M. Vicente-Serrano, M. Wehner, et B. Zhou (2021). "Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate". Dans: 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-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766, doi:10.1017/9781009157896.013.
- SILLS, D., V. Cheng, P. McCarthy, B. Rousseau, J. Waller, L. Elliott, J. Klaassen et H. Auld (2012). *Using Tornado, Lightning and Population Data to Identify Tornado Prone Areas in Canada*, 26th Conference on Severe Local Storms. PDF disponible sur:
 http://www.yorku.ca/pat/research/dsills/papers/SLS26/SLS26_manuscript_TornadoProne_FINAL.pdf
- URSTM Unité de recherche et de service en technologie minérale (2017). Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois. Rapport final PU-2014-06-913. PDF disponible sur : https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/analyse-changements-climatiquessecteur-minier.pdf
- VAN VUUREN, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard and T. Masui (2011).
 The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109(1-2): 5-31.

- WANG, X., M.-A. PARISIEN, S.W. TAYLOR, J.-N. CANDAU, D. STRALBERG, G.A. MARSHALL, et
 M.D. FLANNIGAN (2017). Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century,
 Environmental Research Letters, 12(2), 025005. DOI: 10.1088/1748-9326/aa5835.
- WESTERN UNIVERSITY (2022). Northern Tornadoes Project. Site Internet: https://www.uwo.ca/ntp/dashboard/index.html

INTRANTS FOURNIS PAR OSISKO

- BBA Inc., Andrieux & Associates Geomechanics Consulting LP, Entech Mining Ltd., GCM Consultants,
 Golder Associates Ltd. et WSP Canada Inc. (2021, avril). NI 43-101 Technical Report Preliminary Economic Assessment Update for the Windfall Project. 594 pages.
 [Fichier: NI-43-101-Technical-Report-PEA-Update-for-the-Windfall-Lake-Project.pdf]
- GOLDER Associates Ltd. (2022, août). Detailed Climate Change Dataset Windfall Project. 55 pages et annexes. [Fichier: 20146303-R-RevA-Windfall Lake Gold Mine Site Detailed Climate Change Dataset.docx]
- MELCC Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique (2022, janvier). Directive pour le projet minier Lac Windfall par Minière Osisko Inc., N/Réf: 3214-14-059. 32 pages. [Fichier: Directive-Ministere_Windfall-rev2021.pdf]
- OSISKO Mining Inc. (2022, 9 septembre). General Mine Site Infrastructure, General Arrangement, Project Area, Plan View. 1 carte [Fichier: CAWL-301-G-0602_in_progress_20220906.pdf].

ANNEXE

A

ÉTABLISSEMENT DE LA TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

Établissement de la 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	Économie
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 financière 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

Source : Mis au point par WSP.