

Vulnérabilité du secteur minier face aux changements climatiques – partie 1: l'analyse de risque

Bruno Bussière, Isabelle Demers, Patrick Charron, Denis Bois, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Philippe Roy, Ouranos

Michel Jébrak, Université du Québec à Montréal

Plan de la présentation

1. Contexte de l'étude
2. Évolution du climat (CC) au Québec
3. Objectifs et méthodologie de l'étude
4. Identification des principaux risques pour les différentes étapes du cycle minier
 - Approche
 - Exploration
 - Exploitation et gestion des rejets miniers
 - Restauration
5. Dernières remarques

Contexte de l'étude

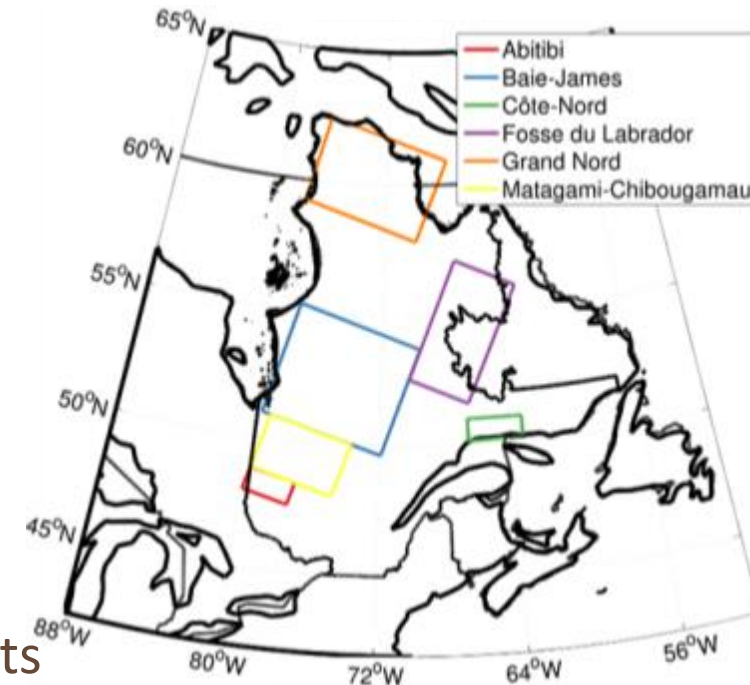
- Le **Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles** a fait le constat que les études réalisées dans le contexte des changements climatiques ne s'intéressaient pas à l'industrie minière.
- Le MERN a donc soumis sa requête au **Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques** et celle-ci a été intégrée au Plan d'action de 2013 à 2020.
- Le MERN est donc responsable de mettre en œuvre une des actions de ce plan, soit de réaliser une analyse des risques et des vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois. Cette analyse est financée par le Fonds vert.

Contexte de l'étude

- C'est dans ce contexte que le MERN a mandaté **l'Unité de Recherche et de Services en Technologie Minérale (URSTM) de l'UQAT** pour réaliser une première analyse de ces risques et vulnérabilités.
- Cette étude représentera un jalon important et primordial pour l'avenir de l'industrie minière du Québec puisqu'elle jettera les bases pour les actions du gouvernement et de l'industrie, au cours des prochaines années, afin d'adapter le développement des ressources minérales aux effets des changements climatiques et ainsi rendre plus compétitif le secteur minier du Québec.
- Une partie des résultats seront présentés aujourd'hui.

Évolution du climat (CC) au Québec

- Tel que présenté dans la conférence précédente, les CC auront comme effet:
 - d'augmenter les températures moyennes, ce qui implique :
 - une diminution des jours de gel;
 - la fonte d'une partie du pergélisol;
 - l'augmentation des zones actives du pergélisol.
 - de changer le régime des précipitations ce qui implique :
 - une augmentation des précipitations annuelles moyennes;
 - l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes de pluie;
 - l'augmentation des périodes de sécheresse pendant l'été.
- Ces CC vont également affecter l'industrie minière



Plan de la présentation

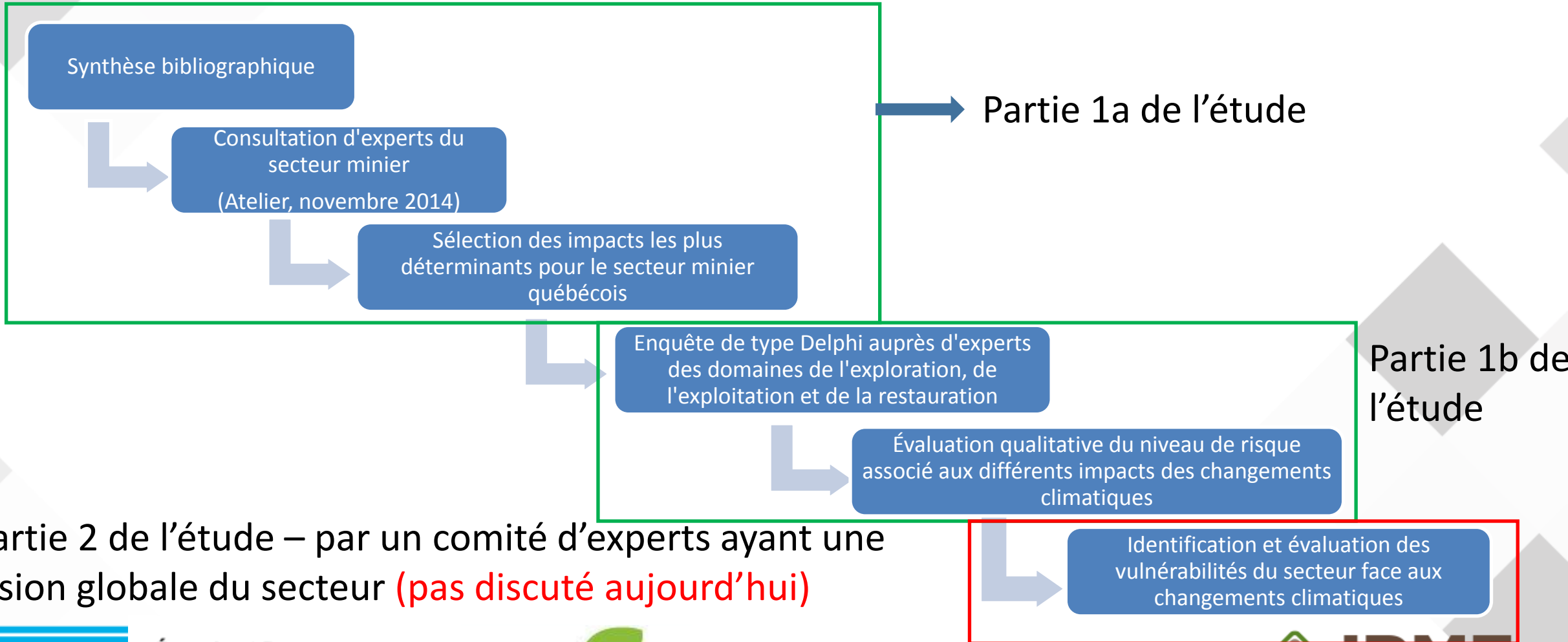
1. Contexte de l'étude
2. Évolution du climat (CC) au Québec
3. Objectifs et méthodologie de l'étude
4. Identification des principaux risques pour les différentes étapes du cycle minier
 - Approche et questionnaire
 - Exploration
 - Exploitation et gestion des rejets minier
 - Restauration
5. Dernières remarques

Objectifs et méthodologie de l'étude

Objectifs de l'étude:

- Fournir des renseignements pertinents à l'évaluation des risques associés aux CC pour le secteur minier ainsi qu'à l'identification des principales vulnérabilités.
- Identifier les principaux impacts face aux changements climatiques pour l'exploration, l'exploitation et la restauration minière au Québec.
- Identifier les principales vulnérabilités face aux changements climatiques pour l'exploration, l'exploitation et la restauration minière au Québec.

Objectifs et méthodologie de l'étude



Objectifs et méthodologie de l'étude

Risque:

- Le risque est considéré comme une mesure du danger;
- $\text{Risque} = \text{Probabilité d'occurrence} \times \text{Gravité des conséquences}$;

Probabilité d'occurrence

Très probable				
Probable				
Peu probable				
Rare				
	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé

Gravité des conséquences

Objectifs et méthodologie de l'étude

Vulnérabilité:

- La propension ou la prédisposition d'un système à être affecté de manière négative par les impacts des changements climatiques.
- Pour évaluer la vulnérabilité du secteur minier aux différents impacts des changements climatiques, il faut considérer plusieurs concepts :
 - La résistance, soit la capacité à résister face à un événement non souhaité;
 - La résilience, soit la capacité à récupérer un fonctionnement normal suite aux conséquences d'un événement non souhaité;
 - La capacité du secteur à réagir ou à s'adapter aux changements climatiques.
- Autrement dit, la vulnérabilité du secteur minier à un certain impact sera d'autant plus faible que sa résistance/résilience sera grande face au même impact.
- Seul le risque sera abordé dans cette conférence.

Plan de la présentation

1. Contexte de l'étude
2. Évolution du climat (CC) au Québec
3. Objectifs et méthodologie de l'étude
4. Identification des principaux risques pour les différentes étapes du cycle minier
 - Approche
 - Exploration
 - Exploitation et gestion des rejets minier
 - Restauration
5. Discussion et Conclusion

Principaux risques – approche

- L'approche de l'enquête Delphi (Okoli et Pawlowski, 2004; Rousseau, 1996) a été utilisée.
- Cette approche nécessite minimalement deux tours de consultation.
- Les questionnaires qui ont été soumis aux participants à ce sondage les ont amenés à se prononcer, d'une part, sur la Probabilité d'occurrence des impacts des changements climatiques et, d'autre part, sur la gravité des conséquences de ceux-ci.

Principaux risques - Exploration

A : Abitibi

CN : Côte-Nord

GN : Grand-Nord

BJ : Baie-James

FL : Fosse du Labrador

MC : Matagami-Chibougamau

Très probable				
Probable	4	1,2,4		
Peu probable	2	3	3	
Rare				

Gravité des conséquences

Impacts des changements climatiques	Niveau de risque	
1. Difficulté d'accès au territoire en raison de la diminution de la période de gel	Élevé	
2. Perturbation du programme d'exploration en raison des changements au régime de précipitations	Faible (A)	Élevé (MC-BJ-FL-GN)
3. Perte d'accessibilité temporaire au territoire en raison de l'augmentation des événements extrêmes	Modéré (A-MC-BJ-CN)	Élevé (FL-GN)
4. Augmentation des coûts en raison des nouvelles conditions climatiques	Modéré (A)	Élevé (MC)

Probabilité d'occurrence

Principaux risques – Exploitation et gestion des rejets miniers

A : Abitibi

CN : Côte-Nord

GN : Grand-Nord

BJ : Baie-James

FL : Fosse du Labrador

MC : Matagami-Chibougamau

Impacts possibles des changements climatiques	Niveau de risque	
1. Instabilité des structures et des ouvrages de rétention en raison de la fonte du pergélisol	Élevé	
2. Défaillances des ouvrages de gestion et de traitement de l'eau	Élevé	
3. Défaillances des ouvrages de retenue	Modéré (A-MC)	Élevé (BJ-FL-GN)
4. Instabilité des fosses et des ouvertures minières	Élevé	
5. Perte d'accessibilité aux sites miniers	Faible	
6. Diminution de l'apport en eau fraîche	Faible	

Probabilité d'occurrence

Très probable				
Probable		2	1,2,4	
Peu probable			1,3,4	
Rare	5	5,6	3	
	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé

Gravité des conséquences

Principaux risques - Restauration

A : Abitibi

CN : Côte-Nord

GN : Grand-Nord

BJ : Baie-James

FL : Fosse du Labrador

MC : Matagami-Chibougamau

Probabilité d'occurrence

Très probable				
Probable	8	1,4,6,7	3,4,5	
Peu probable	8	2,6,7	3,5	
Rare				
	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé

Gravité des conséquences

Impacts des changements climatiques	Niveau de risque	
1. Diminution de la performance des recouvrements isolants	Élevé	
2. Dommages aux matériaux de recouvrement en raison de la fonte du pergélisol	Modéré	
3. Instabilité des structures et des ouvrages de rétention en raison de la fonte du pergélisol	Élevé	
4. Capacité insuffisante des déversoirs et/ou d'évacuateurs de crue	Élevé	
5. Défaillances des ouvrages de retenue sur des sites restaurés	Élevé	
6. Diminution de la performance des barrières à l'infiltration d'eau	Modéré	Élevé
7. Diminution de la performance des barrières à l'oxygène	Modéré	Élevé
8. Perte d'accessibilité aux sites restaurés	Faible	Modéré

Plan de la présentation

1. Contexte de l'étude
2. Évolution du climat (CC) au Québec
3. Objectifs et méthodologie de l'étude
4. Identification des principaux risques pour les différentes étapes du cycle minier
 - Approche et questionnaire
 - Exploration
 - Exploitation et gestion des rejets minier
 - Restauration
5. Dernières remarques

Dernières remarques

- L'étude a permis d'identifier qualitativement les principaux risques associés aux CC pour les trois principales composantes du cycle de vie minier : Exploration, Exploitation et Restauration.
- Il est important de noter que l'analyse de risque pour une composante donnée s'est faite de façon indépendante.
- Ainsi, à cette étape, il n'y a pas eu de comparaison du risque entre les composantes (Exploration, Exploitation et Restauration).
- Cependant, dans l'évaluation de la vulnérabilité, les composantes du cycle de vie ont été analysées simultanément avec des experts qui ont une connaissance globale du cycle de vie.

Dernières remarques

- L'analyse de la vulnérabilité a permis de montrer que les composantes la plus à risque à long terme p/r aux CC sont la restauration et la stabilité des ouvrages de retenue en raison de la durée de vie des ouvrages et des incertitudes liées à la prédiction du climat à long terme (ampleur des événements extrêmes).
- Les détails de cette analyse de vulnérabilité seront présentés dans le rapport final qui devrait être rendu public sous peu!

Merci de votre attention

Principaux risques – Exemple de questionnaire

Probabilité d'occurrence des impacts attribuables aux changements climatiques

Les changements climatiques considérés pour cette étude sont essentiellement les suivantes :

- Une augmentation des températures moyennes qui implique :
 - une diminution des jours de gel;
 - la fonte d'une partie du pergélisol;
 - l'augmentation des zones actives du pergélisol;
- Des changements au régime des précipitations qui impliquent :
 - une augmentation des précipitations annuelles moyennes;
 - l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrême de pluie;
 - l'augmentation des périodes de sécheresse pendant l'été.

Une première rencontre avec quelques experts du domaine a permis d'identifier un certain nombre d'impacts potentiels attribuables aux changements climatiques. Pour chacun qui sont envisagés, les faits saillants des modèles climatiques (jusqu'à 2080) vous sont présentés afin de vous aider à évaluer la probabilité que ces impacts surviennent.

Principaux risques – Exemple de questionnaire

Tableau 1 : Augmentation de la température moyenne (°C) hivernale par rapport à la moyenne de la période 1981-2010 pour les régions minières étudiées

Abitibi				Matagami-Chibougamau				Baie-James			
Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080
-13,52	-11,9	-9,38	-6,84	-15,22	-13,5	-10,7	-7,6	-18,46	-16,4	-13,3	-9,81

Côte-Nord				Fosse du Labrador				Grand-Nord			
Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080
-13,47	-11,8	-9,28	-6,41	-19,75	-17,8	-14,9	-12	-21,88	-19,1	-14,8	-9,82

Tableau 2 : Augmentation de la température minimale annuelle par rapport à la moyenne de la période 1981-2010 pour les régions minières étudiées

Abitibi				Matagami-Chibougamau				Baie-James			
Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080
-39,37	-36,9	-32,7	-27,4	-36,38	-33,8	-29,5	-23,8	-38,96	-36,3	-29	-26

Côte-Nord				Fosse du Labrador				Grand-Nord			
Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080	Moyenne 1981-2010	2020	2050	2080
-32,68	-30,1	-26,1	-20,9	-40	-37,8	-33,9	-28,9	-43,69	-41,1	-36,6	-28

Question A-1

Dans ce contexte, sur une période d'une soixantaine d'années (2080), comment qualifiez-vous les probabilités qu'il y ait diminution de la performance des recouvrements isolants?

Cochez selon vos choix de réponses.

Probabilité	Grand Nord
Nul : La conception des recouvrements isolants, selon les critères actuels, est suffisante pour que la performance soit complètement maintenue en cas de dégel du pergélisol.	<input type="checkbox"/>
Rare : La conception des recouvrements isolants selon les critères actuels est suffisante pour que la performance soit complètement maintenue en cas de dégel du pergélisol, à moins de circonstances exceptionnelles.	<input type="checkbox"/>
Peu probable : Plus de chances de ne pas se produire que de se produire (diminution de la performance attribuable au dégel du pergélisol).	<input type="checkbox"/>
Probable : Plus de chances de se produire que de ne pas se produire (diminution de la performance attribuable au dégel du pergélisol).	<input type="checkbox"/>
Très probable : Une diminution de la performance du recouvrement est attendue, à moins de circonstances exceptionnelles.	<input type="checkbox"/>

Niveau d'intensité des conséquences des impacts des changements climatiques

- Le niveau de gravité des conséquences d'un évènement est établi en fonction:
 - des impacts sur le milieu naturel, sur la santé et la sécurité;
 - des coûts engendrés par les actions ou les travaux à entreprendre pour remédier à la situation;
 - des impacts sur la faisabilité ou la rentabilité d'un projet minier.

Maintenant que vous avez donné votre avis sur la probabilité d'occurrences des impacts attribuables aux changements climatiques, nous vous demandons d'évaluer le degré d'intensité des conséquences possibles de ces impacts. Pour cette évaluation, nous vous demandons de considérer les conditions climatiques projetées telles que présentées précédemment.

Impact : Diminution de la performance des recouvrements isolants

Question B-1

En supposant que les changements climatiques provoquent des diminutions de la performance des recouvrements isolants, selon vous, quelle serait l'intensité typique des conséquences d'une telle situation?

Cochez selon vos choix de réponses.

Intensité des conséquences	Région du Grand Nord
Faible : Qualité de l'environnement peu affectée; l'intégrité environnementale du milieu et son utilisation sont conservées	<input type="checkbox"/>
Modérée : Réduction de la qualité de l'environnement; l'intégrité environnementale du milieu et son utilisation sont affectées	<input type="checkbox"/>
Élevée : Forte réduction de la qualité de l'environnement; l'intégrité environnementale du milieu récepteur et son utilisation sont affectées	<input type="checkbox"/>
Très élevée : Forte réduction la qualité de l'environnement; l'intégrité environnementale du milieu récepteur et son utilisation sont compromises de façon permanente	<input type="checkbox"/>

Principaux risques – Exemple de questionnaire

- Le résultat obtenu est une zone dans la matrice de risque.

Probabilité d'occurrence	Très probable	Jaune	Orange	Rouge	
	Probable	Jaune	Orange	Orange	Rouge
	Peu Probable	Vert	Jaune	Orange	
	Rare	Vert		Jaune	
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée
		Gravité des conséquences			

- Dans ce cas-ci, le résultats se trouve dans la catégorie risque élevé (*vert = faible, jaune = modéré, brun = élevé, rouge = très élevé*)