



Environnement
Canada

Environment
Canada

308

NAT29

Les enjeux de la filière uranifère au Québec

6211-08-012

Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux

2009

1/MM/17

Section des mines

Division mines et traitement

Direction secteurs publics et des ressources

Direction générale de l'intendance environnementale

Environnement Canada



Canada 

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux [ressource électronique].

Monographie électronique en formats PDF et HTML.

Publ. aussi en anglais sous le titre: Environmental Code of Practice for Metal Mines.

Également publ. en version imprimée.

ISBN 978-1-100-90892-2

No de cat.: En4-107/2009F-PDF

1. Mines--Industrie--Aspect de l'environnement--Canada. 2. Environnement--Protection--Canada. 3. Environnement--Gestion--Canada. 4. Mines--Industrie--Déchets--Élimination--Canada. I. Canada. Environnement Canada

TD195 M5 E5814 2009

363.7

C2009-980065-9

RÉSUMÉ

Le Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux décrit les activités d'exploitation de ce secteur industriel et les préoccupations environnementales connexes. Il porte sur l'ensemble du cycle de vie minier, de l'exploration à la fermeture, et recommande des pratiques de gestion environnementale pour atténuer les problèmes environnementaux qui ont été répertoriés. Entre autres, le Code recommande l'élaboration et l'utilisation d'outils de gestion environnementale, la gestion des eaux usées et des résidus miniers ainsi que la prévention et le contrôle des rejets nocifs dans l'atmosphère, l'eau et le sol. Le Code sera adopté par Environnement Canada et d'autres organismes comme document d'orientation recommandant l'adoption de pratiques de protection de l'environnement tout au long du cycle de vie des mines. Bien qu'il vise tout particulièrement les mines de métaux, il renferme des conseils utiles pour tous les secteurs de l'industrie minière.

ABSTRACT

The Environmental Code of Practice for Metal Mines describes operational activities and associated environmental concerns of this industrial sector. The document applies to the complete life cycle of mining, from exploration to mine closure, and environmental management practices are recommended to mitigate the identified environmental concerns. The recommended practices in the Code include the development and implementation of environmental management tools, the management of wastewater and mining wastes, and the prevention and control of environmental releases to air, water and land. The Code of Practice will be adopted by Environment Canada and others as a guidance document that recommends environmental protection practices for the mine life cycle. The Code applies specifically to metal mines but will provide useful guidance for all sectors of the mining industry.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
ABSTRACT	i
SOMMAIRE	I
S.1 Contexte	1
S.2 Objectif, portée et mise en œuvre du Code.....	1
S.3 Activités menées au cours du cycle de vie minier et préoccupations environnementales .	1
S.4 Pratiques de protection de l'environnement recommandées	2
I INTRODUCTION	23
1.1 Contexte	23
1.2 Le secteur des mines de métaux au Canada	23
1.3 Objectif et portée du Code.....	24
1.4 Élaboration du Code	25
1.5 Mise en œuvre du Code.....	25
2 ACTIVITÉS MENÉES AU COURS DU CYCLE DE VIE D'UNE MINE	27
2.1 Exploration et étude de faisabilité	28
2.2 Planification et construction	29
2.3 Exploitation de la mine	30
2.3.1 Extraction du minerai	30
2.3.2 Traitement du minerai	30
2.3.3 Égouttage.....	33
2.4 Fermeture de la mine.....	34
3 PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES AU COURS DU CYCLE DE VIE D'UNE MINE	35
3.1 Exploration et étude de faisabilité	35
3.2 Planification et construction	35
3.2.1 Planification	35
3.2.2 Construction.....	36
3.3 Exploitation de la mine.....	36
3.3.1 Extraction du minerai	36
3.3.2 Traitement du minerai	38
3.3.3 Sources potentielles de contamination dans l'effluent.....	39
3.3.4 Entreposage des résidus miniers	39
3.3.5 Gestion des eaux	40
3.3.6 Préoccupations relatives à la qualité de l'air	41
3.3.7 Préoccupations relatives à l'environnement terrestre.....	41
3.3.8 Activités de fermeture progressive de la mine durant la phase d'exploitation....	42
3.4 Fermeture de la mine.....	42

4	PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE RECOMMANDÉES	45
4.1	Outils de gestion environnementale recommandés	45
4.1.1	Énoncé de politique environnementale	45
4.1.2	Évaluation environnementale	46
4.1.3	Gestion des risques environnementaux	47
4.1.4	Systèmes de gestion environnementale	47
4.1.5	Plans de prévention de la pollution	47
4.1.6	Plans de gestion environnementale	48
4.1.7	Indicateurs de performance environnementale.....	48
4.1.8	Surveillance et inspection des installations de gestion de l'environnement.....	49
4.1.9	Surveillance de l'environnement.....	49
4.1.10	Savoir écologique traditionnel	50
4.1.11	Planification des mesures d'urgence.....	51
4.1.12	Formation et sensibilisation à l'environnement	52
4.1.13	Planification de la fermeture – Conception en prévision de la fermeture.....	53
4.1.14	Audits environnementaux	53
4.1.15	Participation du public	54
4.1.16	Gérance des produits	54
4.1.17	Gestion adaptative.....	55
4.2	Pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité	55
4.3	Pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction.....	58
4.3.1	Gestion des eaux	58
4.3.2	Prévision de la qualité des eaux usées	59
4.3.3	Planification de l'entreposage des stériles et des résidus miniers.....	61
4.3.4	Stabilité à long terme des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers	63
4.3.5	Planification et construction des systèmes de traitement des eaux usées	64
4.3.6	Gestion du cyanure	64
4.3.7	Autres considérations.....	65
4.3.8	Changements climatiques et adaptation.....	69
4.4	Pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine.....	70
4.4.1	Gestion des eaux	70
4.4.2	Gestion des stériles et des résidus miniers.....	71
4.4.3	Surveillance des stériles et des résidus miniers	72
4.4.4	Gestion des boues de traitement	72
4.4.5	Gestion des autres problèmes de qualité de l'eau.....	73
4.4.6	Gestion des questions liées à la qualité de l'air.....	73
4.4.7	Gestion du bruit et des vibrations	74
4.4.8	Fonctionnement et entretien des moteurs	75
4.4.9	Remise en état progressive.....	75
4.5	Pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine	76
4.5.1	Évaluation et révision des plans de gestion environnementale existants.....	76
4.5.2	Financement de la fermeture de la mine et de la surveillance, de l'entretien et du traitement à long terme	76
4.5.3	Interruption de l'exploitation et inactivité des mines	77
4.5.4	Aspects à considérer lors de la fermeture d'une mine.....	77
4.5.5	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	77

4.5.6	Démantèlement des installations de traitement de minerai et de l'infrastructure du site	78
4.5.7	Fermeture des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers	79
4.5.8	Gestion et traitement des eaux	81
4.5.9	Remise en état et reverdissement du site minier	82
4.5.10	Surveillance.....	82

GLOSSAIRE 83

RESSOURCES ADDITIONNELLES 87

ANNEXE I : RAPPORTS DISPONIBLES DE NEDEM 100

LISTE DES TABLEAUX

Tableau S.1 :	Outils de gestion environnementale recommandés.....	2
Tableau S.2 :	Pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité.....	7
Tableau S.3 :	Pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction.....	8
Tableau S.4 :	Pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine.....	14
Tableau S.5 :	Pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine	19
Tableau 3.1 :	Préoccupations environnementales potentielles associées à la phase d'exploration et d'étude de faisabilité.....	36
Tableau 3.2 :	Préoccupations environnementales potentielles associées à la phase de préparation du site et de construction de l'infrastructure de la mine.....	37
Tableau 3.3 :	Comparaison des préoccupations en matière de gestion environnementale pour les mines à ciel ouvert et les mines souterraines.....	38
Tableau 3.4 :	Aspects à prendre en compte dans le plan de fermeture d'une mine.....	43
Tableau 4.1 :	Pratiques environnementales recommandées pendant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité.....	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 :	Répartition des installations minières assujetties au Règlement sur les effluents des mines de métaux au Canada en 2007.....	25
Figure 2.1 :	Activités du cycle de vie d'une mine.....	27
Figure 2.2 :	Activités habituelles de la phase d'exploitation d'une mine.....	31
Figure 2.3 :	Coupe transversale d'une mine à ciel ouvert type	31
Figure 2.4 :	Coupe transversale d'une mine souterraine type.....	32

SOMMAIRE

S.1 CONTEXTE

Le Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux a été rédigé à l'appui du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (REMM), en vertu de la *Loi sur les pêches*. Il aborde par ailleurs certains sujets exclus du REMM, mais susceptibles d'avoir une incidence sur les effets de l'exploitation minière sur l'environnement. Le texte du REMM est accessible en ligne à <http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cr/DORS-2002-222>.

Le Code prend son origine dans le Rapport final (1996) de l'évaluation des effets de l'exploitation minière sur le milieu aquatique au Canada (AQUAMIN). Lancée en 1993 et réunissant de nombreux intervenants, AQUAMIN visait à évaluer l'efficacité du *Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux* (RELMM), un processus qui exigeait entre autres l'examen du Code d'éthique environnementale pour les mines, publié en 1977 parallèlement au RELMM.

Il est important de signaler que, même si le présent Code vise particulièrement les mines de métaux, il comprend des recommandations utiles pour les autres secteurs de l'industrie minière.

S.2 OBJECTIF, PORTÉE ET MISE EN ŒUVRE DU CODE

L'objectif du présent Code est de recommander et de promouvoir des pratiques exemplaires afin de faciliter et d'encourager l'amélioration continue de la performance environnementale des installations minières tout au long de leur cycle de vie, au Canada comme à l'étranger. Le document vise à devenir un document de référence pour les propriétaires et les exploitants des mines, les organismes de réglementation et le grand public, en particulier les habitants des collectivités susceptibles de subir les contrecoups des activités minières.

Le Code porte sur toutes les étapes du cycle de vie des mines, soit l'exploration et l'étude de faisabilité, la planification et la construction, l'exploitation et la

fermeture, et traite d'une vaste gamme d'aspects environnementaux, dont l'air, l'eau, la gestion des déchets et la conservation de la biodiversité.

Le Code a été élaboré par Environnement Canada, en consultation avec des intervenants de divers horizons et sera adopté par Environnement Canada et d'autres organismes comme document d'orientation en vue de l'adoption de pratiques de protection de l'environnement par le secteur des mines de métaux.

Les recommandations du Code n'ont aucun caractère contraignant et les entreprises qui s'engagent à les appliquer ne sont aucunement exemptées de l'obligation de respecter toutes les exigences municipales, autochtones, provinciales, territoriales et fédérales s'il y a lieu.

S.3 ACTIVITÉS MENÉES AU COURS DU CYCLE DE VIE MINIER ET PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES

En général, le cycle de vie d'une mine comporte les étapes suivantes : l'exploration et l'étude de faisabilité, la planification et la construction, l'exploitation et la fermeture. Voici quelques-unes des activités qui y sont associées :

- le déboisement, le forage, l'excavation de tranchées et l'échantillonnage en vrac;
- la mise en chantier et la construction de l'infrastructure connexe;
- l'extraction du minerai;
- la gestion du site et des eaux de drainage de la mine;
- le traitement du minerai;
- l'entreposage des stériles, des résidus miniers et des autres déchets;
- la remise en état du site.

Voici quelques préoccupations environnementales potentiellement associées aux mines :

- le rejet d'eaux usées provenant du ruissellement,

- de l'extraction et du traitement du minerai et des résidus miniers;
- le rejet de particules dans l'air et d'émissions atmosphériques résultant d'activités motorisées et d'autres procédés;
- les effets sur les écosystèmes terrestres, dont les animaux sauvages;
- les effets sur les écosystèmes aquatiques, dont le poisson;
- les effets sur l'écoulement des eaux souterraines et de surface à l'échelle locale et régionale;
- le bruit;
- les rejets de polluants prévisibles et accidentels;

- les répercussions d'ordre esthétique, comme la modification des paysages;
- les répercussions sociales, telles que les effets sur la pêche sportive ou de subsistance.

S.4 PRATIQUES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT RECOMMANDÉES

Pour réduire ou éliminer les effets environnementaux potentiellement néfastes associés aux activités minières, il est recommandé d'adopter les pratiques environnementales résumées dans les tableaux S.1 à S.5.

☐ TABLEAU S.1 : OUTILS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE RECOMMANDÉS

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : outils de gestion environnementale
R 101	Énoncé de politique environnementale	Toute société qui possède ou exploite une mine de métaux ou qui entreprend des activités d'exploration doit élaborer et appliquer son propre énoncé de politique environnementale, dans lequel elle prend les engagements suivants : <ul style="list-style-type: none"> • améliorer continuellement ses mesures et pratiques de protection de l'environnement; • autant que possible, mettre l'accent sur la prévention plutôt que sur le traitement de la pollution; • respecter les lois et les règlements environnementaux pertinents ainsi que les autres exigences dictées notamment par les politiques et les pratiques de gestion exemplaires des associations industrielles auxquelles souscrit la mine de métaux; • tenir à jour la politique environnementale, la communiquer à tous les employés et en diffuser les éléments pertinents aux entrepreneurs qui œuvrent sur le site; • rendre publique la politique environnementale.
R 102	Évaluation environnementale	Les promoteurs de projets miniers et les propriétaires ou exploitants de mines existantes doivent consulter les organismes de réglementation et d'évaluation environnementale fédéraux et provinciaux ou territoriaux aux toutes premières étapes du processus de planification afin de déterminer si le projet proposé doit faire l'objet d'une évaluation environnementale. Les sociétés qui proposent de construire de nouvelles installations ou de modifier ou d'agrandir de façon importante des installations existantes doivent suivre les principes d'évaluation environnementale. Les promoteurs peuvent consulter le « Guide de référence : Déterminer la probabilité des effets environnementaux négatifs importants d'un projet, rédigé aux termes de la <i>Loi canadienne sur l'évaluation environnementale</i> , » ou d'autres documents pertinents sur les lois provinciales ou territoriales.
R 103	Évaluation environnementale - Études préliminaires	Les données recueillies sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol, sur les écosystèmes aquatiques et terrestres et sur l'eau souterraine ainsi que les autres données environnementales recueillies dans le cadre des études préliminaires de préexploitation associées à l'étude d'impact environnemental doivent l'être de façon à permettre la comparaison avec les données de surveillance qui seront recueillies à une étape ultérieure du cycle de vie de la mine. Les données doivent être recueillies et analysées de manière à permettre d'identifier des tendances à long terme, les changements périodiques et les variances dans les rythmes de changement.
R 104	Gestion des risques environnementaux	Des procédures de gestion des risques environnementaux propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre conformément aux directives données dans les guides suivants : <ul style="list-style-type: none"> • CAN/CSA-Q634-M91 – Exigences et guide pour l'analyse des risques; • CAN/CSA-Z763-96 – Introduction to Environmental Risk Assessment Studies.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : outils de gestion environnementale
R 105	Systèmes de gestion environnementale	Des systèmes de gestion environnementale (SGE) propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre, maintenus et tenus à jour conformément à un système ou à une norme reconnue à l'échelle nationale, comme la norme ISO 14001 de l'Organisation internationale de normalisation. Les systèmes de gestion environnementale doivent servir à gérer tous les aspects environnementaux des activités et des opérations que l'entreprise contrôle et peut raisonnablement influencer. Les éléments suivants doivent faire partie du SGE : <ul style="list-style-type: none"> • une définition claire des objectifs et des cibles visés pour respecter la politique environnementale de la société; • la responsabilisation à l'égard des mesures environnementales dans tous les secteurs de la société; • l'énoncé de procédures visant à traduire la politique environnementale par des pratiques quotidiennes; • la surveillance, le suivi et la vérification du système; • la mise en œuvre de mesures d'amélioration continue.
R 106	Plans de prévention de la pollution	Des plans de prévention de la pollution propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et tenus à jour conformément aux « Directives pour la mise en œuvre des dispositions relatives aux plans de prévention de la pollution de la partie 4 de la <i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)</i> [LCPE (1999)], » publiées par Environnement Canada en 2001.
R 107	Plans de gestion environnementale	Des plans de gestion environnementale propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour tout au long du cycle de vie de la mine. Ces plans doivent comprendre à tout le moins une description des éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • des renseignements sur le propriétaire ou l'exploitant de la mine et sur la mine elle-même, y compris une description des méthodes d'extraction et de traitement du minerai et de l'emplacement géographique du site minier; • l'énoncé de politique environnementale de la société; • les exigences en matière de performance environnementale; • les programmes de gestion de la qualité de l'air; • les programmes de gestion de la qualité de l'eau; • les programmes de gestion des résidus miniers et des stériles; • les programmes de gestion des terres; • le plan de prévention de la pollution; • la gestion des ordures ménagères et autres déchets; • les cibles et les objectifs environnementaux ainsi que le calendrier prévu pour les atteindre; • les programmes de gestion environnementale et les audits; • les relations avec les parties intéressées, y compris les collectivités environnantes; • la procédure de communication avec les organismes de réglementation et les parties intéressées; • l'examen périodique de l'efficacité et de l'amélioration continue du plan de gestion environnementale.
R 108	Indicateurs de performance environnementale	Des indicateurs de performance environnementale propres au site doivent être élaborés afin de faciliter le suivi de la performance environnementale globale des installations minières par des mesures bien compréhensibles de la performance et des effets environnementaux des installations.
R 109	Surveillance et inspection des installations de gestion de l'environnement	Des plans propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour aux fins de la surveillance et de l'inspection des installations et de l'infrastructure environnementale du site. Ces plans doivent notamment comprendre : <ul style="list-style-type: none"> • la documentation des procédures de surveillance et d'inspection de chaque installation environnementale du site, y compris l'équipement de lutte contre les émissions atmosphériques; les installations de gestion des eaux et de traitement des eaux usées; les installations de transport, de manutention, d'entreposage et de confinement des substances chimiques; les installations de manutention et de traitement des déchets; et les instruments de surveillance et de contrôle de la qualité de l'air et de l'eau; • un calendrier documenté de surveillance et d'inspection, indiquant notamment la durée prévue des activités de surveillance et d'inspection ainsi que les méthodes à employer; • l'identification des personnes chargées de réaliser la surveillance et l'inspection et le suivi des résultats des inspections; • la documentation de la procédure de communication des résultats de la surveillance et de l'inspection à la direction de la société et aux organismes de réglementation; • la documentation de la procédure du suivi des rapports de surveillance et d'inspection; • la procédure d'examen et de mise à jour périodiques des plans de surveillance et d'inspection; • les procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ).

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : outils de gestion environnementale
R 110	Surveillance de l'environnement	<p>La surveillance de l'environnement doit comprendre les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la surveillance des rejets environnementaux dans l'atmosphère, l'eau et le sol; • la surveillance des indicateurs de performance environnementale, y compris la qualité de l'air et de l'eau ainsi que les espèces et les écosystèmes aquatiques et terrestres. <p>Il faut élaborer, mettre en œuvre et tenir à jour tout au cours du cycle de vie de la mine des plans de surveillance de l'environnement propres au site qui décrivent les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • toutes les activités de surveillance de l'environnement et les rapports environnementaux requis aux termes des règlements et permis pertinents; • toutes les activités de surveillance de l'environnement et les rapports environnementaux prévus en plus de ce qu'exigent les règlements et les permis; • les normes environnementales et les objectifs de qualité environnementale qui s'appliquent, par exemple les normes ou les objectifs de qualité de l'eau ou de l'air; • un calendrier de surveillance des activités; • la procédure d'échantillonnage, les exigences relatives à la conservation des échantillons et les méthodes d'analyse employées; • la procédure de comparaison des résultats de la surveillance aux normes environnementales et aux objectifs de qualité environnementale pertinents; • les mesures à prendre en cas de dépassement des exigences fixées dans les règlements ou les permis; • la procédure de communication des résultats de la surveillance à la direction de la société, aux organismes de réglementation et au grand public; • la procédure de suivi des rapports de surveillance; • la procédure d'examen et de mise à jour périodiques des plans de surveillance de l'environnement; • les procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ).
R 111	Surveillance de l'environnement	La surveillance environnementale devrait inclure des plans précis pour mesurer et vérifier tous les effets et aboutissements qui avaient été prévus lors de l'évaluation environnementale.
R 112	Suivi des effets cumulatifs	<p>Les plans de surveillance de l'environnement doivent comprendre des mesures d'évaluation des éventuels effets cumulatifs. L'évaluation des effets cumulatifs associés aux travaux préparatoires et à l'exploitation d'une mine doit commencer aussitôt que possible au cours du cycle de vie de la mine et tenir compte des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les lois qui s'appliquent en matière d'évaluation des effets cumulatifs; • les activités possibles à proximité des installations minières, y compris l'infrastructure, et susceptibles de contribuer aux effets cumulatifs; • les activités de surveillance déjà en place, y compris toute activité existante liée à l'évaluation des effets cumulatifs.
R 113	Suivi des effets cumulatifs	Lorsque les activités de surveillance environnementale identifient un effet ou un changement qui n'avait pas été prévu ou encore était considéré comme étant inacceptable, des mesures de surveillance additionnelles devraient être mises en œuvre pour déterminer la cause.
R 114	Savoir écologique traditionnel	<p>Dans la mesure du possible, l'évaluation et la surveillance environnementales doivent prendre en compte le savoir écologique traditionnel, lequel devrait aussi être intégré aux aspects pertinents de la planification et de la gestion environnementale.</p> <p>Au moment de recueillir les connaissances écologiques traditionnelles et de les intégrer à la gestion environnementale, les propriétaires et exploitants de mines doivent veiller à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • respecter la propriété, la source et l'origine des connaissances ainsi que les besoins et la sensibilité de leurs détenteurs, et obtenir l'autorisation de ces derniers avant d'utiliser ou de disséminer ces connaissances; • établir une relation de confiance avec les détenteurs de savoir écologique traditionnel; • collaborer à des projets d'intérêt commun et profitables à tous; • favoriser une bonne communication entre les partenaires; • fournir à la collectivité des connaissances à valeur ajoutée sous forme de produits et de services utiles (p. ex. des rapports).

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : outils de gestion environnementale
R 115	Planification des mesures d'urgence	<p>Des plans d'urgence environnementale propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre, puis mis à l'essai et mis à jour à intervalles réguliers. Ces plans doivent respecter les exigences établies par la loi, telles que celles définies en vertu du <i>Règlement sur les urgences environnementales</i> et de celles du <i>Règlement sur les effluents des mines de métaux</i>. En outre, le plan doit respecter les Lignes directrices pour la mise en application de la partie 8 de la <i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)</i> – Plans d'urgence environnementale, d'Environnement Canada.</p> <p>Toutefois, la portée des plans d'urgence environnementale doit être large et complète en soit et aller au-delà des exigences réglementaires tout particulièrement en ce qui a trait à l'identification des dangers, à l'analyse des risques et des conséquences ainsi qu'à la participation de la collectivité et aux communications. À cet effet, les différentes composantes de la planification des mesures d'urgence devraient aussi être conformes avec les directives contenues dans des guides reconnus, comme l'<i>Awareness and Preparedness for Emergencies at a Local Level (APELL) for Mining</i> (United Nations Environmental Programme, 2001).</p>
R 116	Formation et sensibilisation à l'environnement	<p>Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour définir les besoins de formation en environnement et faire en sorte que tout le personnel reçoive cette formation. Ainsi, les procédures doivent comprendre les éléments suivants :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. une formation générale pour sensibiliser les employés et les fournisseurs de services, y compris les entrepreneurs, aux questions environnementales; la formation doit notamment traiter des éléments suivants, sans se limiter à ceux-ci : <ul style="list-style-type: none"> • le programme environnemental de l'organisation, y compris la politique environnementale et les pratiques environnementales pertinentes; • les obligations réglementaires; • les procédures en cas d'urgences environnementales, y compris la prévention et le signalement des déversements, les mesures d'intervention et la procédure d'évacuation; 2. un programme de formation en environnement comprenant : <ul style="list-style-type: none"> • une liste de tous les employés ayant besoin de formation en environnement et une catégorisation des groupes d'employés en fonction de la formation particulière requise; • pour chaque groupe d'employés, un aperçu de la formation en environnement requise, des méthodes de formation à utiliser et de la fréquence de recyclage nécessaire; 3. la liste des compétences exigées des entrepreneurs et des auditeurs environnementaux.
R 117	Planification de la fermeture – Conception en prévision de la fermeture	<p>L'élaboration des plans de fermeture doit débuter dès la phase de planification du projet de mine ou, dans le cas d'une mine existante, aussitôt que possible au cours du cycle de vie de la mine. Il faut prendre en considération et intégrer les plans de fermeture dans tous les aspects de la planification, de la construction et de l'exploitation de la mine afin de prévoir les aspects clés de la fermeture, et ce, tout au long du cycle de vie de la mine. Les plans doivent identifier les mesures à prendre au cours de la phase de l'exploitation en ce qui a trait à la remise en état progressive des zones affectées ou développées de la mine.</p>
R 118	Planification de la fermeture – Conception en prévision de la fermeture	<p>Toute fermeture de mine doit être réalisée de façon à prévenir ou à minimiser les répercussions et les risques pour l'environnement et la santé humaine après la fermeture. Le plan de fermeture doit définir des objectifs propres au site pour la fermeture de la mine et l'utilisation prévue des terrains après la fermeture. Il doit décrire en détail les méthodes prévues de démantèlement et de récupération de toutes les composantes des installations minières, y compris :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les installations d'extraction et de traitement du minerai; • l'infrastructure du site; • les installations de gestion des eaux et des déchets, y compris les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : outils de gestion environnementale
R 119	Examen des plans de fermeture	<p>Tout au long du cycle de vie de la mine, les plans de fermeture doivent faire l'objet d'examen et de révisions, le cas échéant. Au fil du temps, on peut détailler davantage les plans pour y incorporer plus étroitement toutes les activités reliées à la mine et mieux prendre en compte l'état du site et les résultats de la surveillance. Les plans de fermeture peuvent aussi être révisés en fonction des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les résultats des activités de remise en état progressive; • les résultats d'essais réalisés pour évaluer certains aspects particuliers du plan de fermeture; • la réaction du public à un plan de fermeture proposé; • une modification de l'exploitation de la mine, par exemple un changement du taux de production ou du type de minerai; • un changement technologique, par exemple l'amélioration de la technologie de prévention ou de limitation du drainage acide; • une modification des conditions économiques, par exemple le coût des intrants ou d'autres facteurs économiques reliés à la fermeture de la mine; • les conditions imprévues ou néfastes qui surviennent au cours des phases de construction et d'exploitation du cycle de vie de la mine.
R 120	Audits environnementaux	<p>Il convient de réaliser périodiquement des audits environnementaux pour déterminer : a) si l'exploitation du site respecte la réglementation applicable et les exigences non réglementaires et d'entreprise pertinentes; b) si le SGE et les autres plans environnementaux sont correctement mis en œuvre et tenus à jour.</p> <p>Les critères d'audit doivent inclure les recommandations du Code de pratiques et chaque audit doit prendre en compte les résultats des audits environnementaux antérieurs. Le choix de l'équipe d'audit doit être fait de façon objective, en fonction de la pertinence de l'expérience et de la formation des auditeurs.</p> <p>L'élaboration et la mise en œuvre du programme d'audit doivent être conformes à la norme ISO 19011, Lignes directrices relatives aux audits de systèmes de management de la qualité et/ou de management environnemental.</p>
R 121	Participation du public	<p>Des plans de participation du public propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour tout au long du cycle de vie de la mine. Ces plans doivent décrire les mécanismes prévus pour recueillir les commentaires du public et y répondre. Ils doivent en outre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • inclure une liste de personnes-ressources clés de la communauté; • décrire les mécanismes proposés pour informer le public que des renseignements sont disponibles incluant les mécanismes de diffusion et de réception de ces renseignements; • décrire les mesures envisagées pour fournir des renseignements compréhensibles au public; • inclure des mécanismes de rapport au public sur les activités de surveillance.
R 122	Gérance des produits	<p>Des programmes de gérance des produits doivent être élaborés et mis en œuvre dans le but de minimiser les répercussions environnementales des produits employés et générés par la mine. Ces programmes doivent notamment prendre en compte les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les types de matériaux employés; • les sources d'approvisionnement en matériaux; • les sources et les types d'énergie employés; • le type et la quantité de produits d'emballage; • la gestion des sous-produits et des déchets de fabrication; • le recyclage ou la réutilisation des récipients, ou le retour des récipients au fabricant; • la possibilité d'échanger les déchets de la mine contre ceux d'autres industries de la région, par exemple l'emploi de déchets d'usine de pâte pour recouvrir les résidus miniers; • l'achat de fournitures dans la région afin de soutenir les entreprises et la population locales.
R 123	Gestion adaptative	<p>Les propriétaires et exploitants de mines doivent adopter des méthodes de gestion adaptative pour réviser et préciser leur stratégie de gestion environnementale. La gestion adaptative doit tenir compte d'une grande variété de facteurs, y compris :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les résultats de l'audit environnemental ou d'autres activités d'évaluation; • les résultats de la surveillance de l'environnement; • les résultats de la surveillance de la performance ou de l'état de l'infrastructure environnementale, p. ex. les ouvrages de confinement, les systèmes de gestion des eaux ou les installations de traitement; • les avancées technologiques; • l'évolution des conditions environnementales.

□ TABLEAU S.2 : PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE D'EXPLORATION ET D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité
R 201	Exploration et étude de faisabilité	<p>Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, les plans de gestion environnementale doivent aborder toute la gamme des activités reliées à l'exploration, y compris l'acquisition des terrains, les levés, les accès, l'hébergement et autres, le décapage, l'excavation de tranchées, le forage et l'échantillonnage. Les pratiques de gestion environnementale doivent aborder la gestion et la qualité de l'eau, la gestion des déchets, la perturbation des terres, la qualité de l'air, la remise en état et la fermeture.</p> <p>Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, il faut adopter au moins les pratiques recommandées au tableau 4.1. En plus, les pratiques recommandées pour les phases de planification, de construction et d'exploitation devraient être aussi adoptées bien qu'elles s'appliquent à un moindre degré.</p>
R 202	Exploration et étude de faisabilité	<p>Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, les lignes directrices du programme « L'excellence environnementale en exploration » (e3) de l'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs doivent être prises en compte dans la conception et la mise en œuvre de plans de gestion environnementale.</p>
R 203	Inclusion des coûts environnementaux dans les études de faisabilité	<p>L'étude de faisabilité économique de la mine doit tenir compte du coût prévu de la gestion environnementale durant la phase d'exploitation, mais aussi des coûts de fermeture de la mine et des responsabilités à long terme qui peuvent subsister après la fermeture. Ces coûts doivent être correctement justifiés dans la planification financière du propriétaire et de l'exploitant de la mine.</p>
R 204	Remise en état et fermeture des projets d'exploration	<p>Lorsque les activités d'exploration ont cessées et que le promoteur n'a pas l'intention de pousser plus loin les travaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les prises d'eau, ponceaux, quais et autres ouvrages reliés aux voies navigables de même que toutes machineries, équipements et immeubles doivent être démantelés; • les dépotoirs, bassins d'eau grise/d'eaux d'égout et trous de forage doivent être adéquatement couverts; • toutes les zones qui ont été perturbées doivent être remises en état afin de permettre le rétablissement de la végétation.

TABLEAU S.3 : PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE DE PLANIFICATION ET DE CONSTRUCTION

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 301	Planification de la gestion des eaux	<p>Des plans de gestion des eaux de surface propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre. Ces plans doivent comprendre les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'emplacement des sous-bassins hydrographiques sur la propriété minière, y compris ceux des aires d'entreposage des résidus miniers, des voies de drainage et des plans d'eau récepteurs; • l'estimation du débit de chaque sous-bassin hydrographique dans des conditions climatiques normales et lors d'épisodes de précipitations extrêmes (débit d'étiage et débit d'orage); • une analyse du régime des eaux souterraines locales, y compris la direction et le débit de l'écoulement, les zones d'alimentation et d'évacuation et les liens avec le régime des eaux de surface locales; • le bilan hydrique de la propriété minière qui tient compte de toute quantité non négligeable d'eau introduite, rejetée ou recyclée; • une description des variations saisonnières du débit des eaux de surface (p. ex. résultant de la fonte des neiges) et des effets de tout ouvrage existant de régulation du niveau d'eau sur le débit; • une description des mesures de gestion des eaux à mettre en œuvre; • l'évaluation des possibilités de dériver le ruissellement naturel afin d'éviter que cette eau ne se pollue en traversant le site minier.
R 302	Consommation d'eau et recyclage de l'eau	<p>Les installations de traitement du minerai doivent être conçues de façon à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • réduire au minimum la quantité d'eau douce utilisée dans le traitement du minerai, par les moyens suivants : <ul style="list-style-type: none"> - employer des méthodes de traitement qui nécessitent moins d'eau; - maximiser le recyclage de l'eau afin de réduire les besoins d'eau douce; • minimiser ou éviter le plus possible d'employer des réactifs qui obligent à traiter les effluents avant de les rejeter.
R 303	Dérivation des eaux de ruissellement non polluées et regroupement des eaux usées	<p>En planifiant le schéma du site, il faut tenir compte des points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • regrouper autant que possible toutes les installations susceptibles de produire des eaux usées et qui partagent les mêmes caractéristiques et besoins de traitement; • au moyen de fossés ou de digues, dériver tous les cours d'eau et les eaux de ruissellement non pollués pour les éloigner des zones éventuellement contaminées; • situer les points de rejet des effluents à bonne distance des zones écosensibles.
R 304	Conception en fonction de phénomènes météorologiques extrêmes	<p>Les installations de drainage superficiel doivent être conçues pour résister à des conditions de pointe au moins équivalentes à une crue centennale. En planifiant les installations, il faut prendre en considération l'augmentation prévue de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes résultant des changements climatiques.</p>
R 305	Prévision de la qualité des eaux usées	<p>Des programmes propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour prévoir la qualité des eaux usées. Cette tâche doit être entreprise aussitôt que possible au cours du cycle de vie de la mine et se poursuivre tout au long des phases de planification, de construction et d'exploitation. Les programmes de prévision de la qualité des eaux usées doivent comprendre les activités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identification et description de tous les matériaux géologiques (y compris la roche et les morts-terrains) à excaver ou à décaper, ou susceptibles d'être perturbés par les activités minières; • évaluation du risque de lixiviation des métaux et de drainage acide de tous les matériaux géologiques, y compris le moment et les conditions favorables à la lixiviation et au drainage acide; • détermination de la présence d'autres éléments potentiellement dangereux dans les eaux d'exhaure, dont les réactifs de traitement, l'ammoniac, les substances qui favorisent la prolifération des algues, les thiosels et les chlorures, ainsi que la hausse éventuelle du pH. <p>Ces étapes sont décrites en détail dans les recommandations R 306, R 307 et R 308.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 306	Identification et description des matériaux géologiques	<p>Le programme propre au site élaboré pour répertorier et décrire les roches et autres matériaux géologiques qui ont été déplacés ou décapés, ou devront l'être, par suite des activités minières, doit inclure, pour chaque matériau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la répartition spatiale et la masse estimative du matériau; • la caractérisation géologique du matériau, y compris sa composition minérale et chimique; • la caractérisation physique du matériau, notamment la granulométrie et les propriétés structurales, y compris la fracturation, les failles et la solidité du matériau; • la conductivité hydraulique du matériau; • le degré d'oxydation du matériau.
R 307	Détermination du risque de lixiviation des métaux et de drainage acide	<p>Des essais doivent être réalisés pour déterminer le risque de lixiviation des métaux et de drainage acide de toutes les unités lithostratigraphiques et les autres matériaux géologiques qui ont été déplacés ou décapés, ou qui devront l'être, par suite des activités minières. Le programme d'essais doit être conçu pour répondre aux besoins particuliers du site par une combinaison appropriée d'essais statiques et cinétiques. Pour concevoir et mettre en œuvre le programme de détermination du risque et en interpréter ses résultats, il convient de consulter les documents suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • PRICE, William A. <i>Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia</i>, British Columbia Ministry of Employment and Investment, 1997; • <i>Manuel du NEDEM</i>, volume 3 – Prévion (2000); • PRICE, Bill. <i>Liste des éléments d'information à connaître pour évaluer et atténuer les phénomènes de lixiviation des métaux et de drainage rocheux acide</i>, Rapport NEDEM 5.10E, 2005.
R 308	Détermination de la présence d'autres éléments potentiellement dangereux dans les effluents miniers	<p>Il faut déterminer la présence d'autres éléments potentiellement dangereux pour l'environnement dans les effluents miniers, et particulièrement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la concentration potentielle de réactifs de traitement du minerai (p. ex. cyanure) et de leurs produits de dégradation dans les eaux usées de traitement; • la concentration potentielle d'ammoniac dans les eaux usées; • le pH des eaux usées de traitement du minerai, puisque le traitement est souvent réalisé dans un milieu à pH élevé; • la présence potentielle de thiosels dans les eaux usées de traitement du minerai.
R 309	Planification de l'entreposage des stériles et des résidus miniers	<p>Dans la planification des pratiques de gestion de l'entreposage des stériles et des résidus miniers, il faut tenir compte des résultats des programmes de prévision de la qualité de l'eau propres au site. En cas de risque de lixiviation des métaux ou de drainage acide, la prévention et le contrôle de ces deux phénomènes doivent primer dans la conception des haldes de stériles, des parcs à résidus miniers et des installations connexes de gestion des eaux.</p>
R 310	Prévention et contrôle de la lixiviation des métaux et du drainage acide provenant des stériles et des résidus miniers	<p>S'il y a risque de production d'acide et/ou de lixiviation des métaux par les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers, il faut planifier et mettre en œuvre des pratiques éprouvées pour prévenir ou limiter ces phénomènes. Mentionnons par exemple les pratiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • limiter la production de stériles susceptibles de générer des acides ou de libérer des métaux par lixiviation; • empêcher ou limiter l'apport d'oxygène vers le matériau à l'origine de la formation d'acide par l'un ou l'autre des moyens suivants : <ul style="list-style-type: none"> - recouvrir d'eau les stériles ou les résidus miniers susceptibles de produire des acides; - utiliser une couverture composite comportant une couche saturée afin de limiter l'infiltration d'oxygène; • mélanger les matériaux susceptibles de libérer des acides à des matériaux neutralisants ou les disposer en couches alternées; • séparer les autres matériaux de ceux qui sont susceptibles de libérer des acides ou de libérer des métaux par lixiviation afin de faciliter de manière efficace la gestion de ce matériau et de réduire le volume de matériau devant être géré de manière à prévenir et à contrôler la libération d'acides et de métaux par lixiviation; • dériver l'eau de surface pour l'éloigner des zones d'entreposage afin de réduire au minimum le lessivage rapide et le volume de l'effluent.
R 311	Prévention et contrôle de la lixiviation des métaux et du drainage acide provenant des stériles et des résidus miniers	<p>Si la congélation des stériles ou des résidus miniers dans le pergélisol est envisagée pour prévenir ou limiter le drainage acide, il faut évaluer si le pergélisol risque de fondre. Si tel est le cas, il faut employer une autre méthode pour prévenir ou limiter le drainage acide.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 312	Choix de l'emplacement des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers	<p>Le choix de l'emplacement des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers doit tenir compte des facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le débit des eaux de surface et souterraines local et régional et la possible contamination des eaux de surface et souterraines; • le système prévu de gestion des eaux et le bilan hydrique préliminaire; • l'état du pergélisol dans les régions nordiques; • la topographie; • les sites (ouverts ou fermés) de haldes de stériles existantes; • l'utilisation actuelle et future des terrains et des ressources, y compris l'utilisation du bassin hydrographique récepteur et la proximité des habitations et des zones d'activité humaine; • les conditions environnementales de base, y compris la flore et la faune naturelles; • les effets possibles sur la végétation, les espèces sauvages, la vie aquatique et les collectivités en aval; • l'état des fondations du bassin et de la digue; • le plan de dépôt et le volume ou la capacité d'entreposage; • les travaux de conception préliminaire des ouvrages de confinement et de gestion des eaux; • la zone potentiellement touchée; • le rejet possible de particules atmosphériques; • les considérations d'ordre esthétique; • les considérations liées à la fermeture de la mine. <p>La justification du choix de l'emplacement doit être clairement documentée et comprendre la description des autres emplacements envisagés mais non retenus.</p>
R 313	Conception des parcs à résidus miniers	<p>Dans la conception des parcs à résidus miniers, il faut prendre en compte les facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les propriétés physico-chimiques des matériaux qui composent les résidus miniers, notamment les risques de lixiviation des métaux, de drainage acide et de liquéfaction; • l'hydrologie et l'hydrogéologie, y compris les conditions climatiques locales et les phénomènes météorologiques extrêmes (l'augmentation prévue de la fréquence de ce type de phénomènes en raison des changements climatiques mondiaux devrait aussi être prise en compte); • la géologie du sol de fondation et les considérations géotechniques, de même que les données sismiques et le risque de séisme; • la disponibilité et les caractéristiques des matériaux de construction; • la topographie des parcs à résidus miniers et des zones avoisinantes; • l'état du pergélisol dans les régions nordiques.
R 314	Conception des parcs à résidus miniers	<p>Dans la conception des parcs à résidus miniers, il faut maximiser la période de rétention des eaux usées dans les installations afin de favoriser le dépôt des solides en suspension et la dégradation naturelle de contaminants tels que l'ammoniac et le cyanure.</p>
R 315	Conception des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers	<p>Dans la conception et la construction des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers, par exemple les barrages, il convient d'appliquer des normes techniques rigoureuses.</p>
R 316	Conception des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers	<p>Dans la conception et la construction des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers, il faut tenir compte de la surveillance et des inspections à long terme de ces ouvrages. En particulier, il faut installer des instruments appropriés pendant la construction afin de faciliter la surveillance au cours des phases d'exploitation et de fermeture de la mine. Lors de la conception, une attention ainsi que des considérations particulières doivent être données aux conditions locales propres au site telles que la présence du pergélisol, les pentes, l'activité sismique et les exigences de drainage du site particulièrement, lors des conditions de pointe de débit.</p>
R 317	Stabilité à long terme des haldes de stériles	<p>Les haldes de stériles doivent être conçues de manière à demeurer structurellement stables au cours du cycle de vie de la mine ainsi qu'après la fermeture. Leur conception doit tenir compte des données sismiques locales et du risque de séisme.</p>
R 318	Stabilité à long terme des parcs à résidus miniers	<p>Les risques relatifs aux parcs à résidus miniers doivent être évalués et gérés à chacune des phases du cycle de vie afin de déterminer les probabilités et les modes possibles de défaillance et de prévoir les conséquences d'une défaillance. Il faut prévoir des mesures pour réduire ces risques et élaborer des plans d'urgence en cas de défaillance.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 319	Stabilité à long terme des parcs à résidus miniers	Les parcs à résidus miniers doivent être conçus de façon à garantir leur stabilité structurelle, conformément aux <i>Directives pour la sécurité des barrages</i> de l'Association canadienne des barrages. De par leur conception, ils doivent pouvoir résister à une crue maximale possible (CMP). En outre, les ouvrages de confinement doivent pouvoir demeurer structurellement stables dans des conditions de séisme maximal probable (SMP).
R 320	Planification et construction des systèmes de traitement des eaux usées	Les systèmes de traitement des eaux usées doivent être planifiés en tenant compte : <ul style="list-style-type: none"> • du plan de gestion des eaux; • des résultats de prévision de la qualité des eaux usées; • des plans d'entreposage des résidus miniers et des stériles; • des exigences réglementaires applicables ayant trait à la qualité des effluents; • des indicateurs de performance environnementale pertinents y compris tous les objectifs de qualité des eaux.
R 321	Gestion du cyanure	Pour les mines qui utilisent le cyanure pour le traitement de l'or ou des métaux de base, la gestion du cyanure doit être planifiée de manière à respecter les pratiques décrites dans le Code international de gestion du cyanure (Institut international de gestion du cyanure, 2008). Plus précisément, la planification de la gestion du cyanure devrait tenir compte : <ul style="list-style-type: none"> • de mesures visant à réduire au minimum l'emploi de cyanure, de façon à limiter la concentration dans les résidus; • de mesures de conception et de mise en œuvre visant à gérer les eaux d'exfiltration en provenance des installations de cyanuration afin de protéger les eaux de surface et souterraines; • de mesures de conception et d'exploitation de systèmes de traitement du cyanure visant à réduire les concentrations de cyanure dans les rejets d'effluent dans l'environnement; • de mesures de conception et de mise en œuvre visant la prévention et le confinement des déversements pour les cuves de traitement et les canalisations.
R 322	Gestion du Cyanure	Si la dégradation naturelle du cyanure est utilisée comme moyen de traitement, le parc à résidus doit être conçu de manière à s'assurer que le temps de rétention du liquide est suffisant pour permettre la dégradation naturelle, et ce, pour des conditions de débits élevés, p. ex. au cours de la période de ruissellement printanière.
R 323	Gestion des substances chimiques	Les processus de conception des nouvelles mines de métaux et des modifications à apporter aux mines de métaux existantes doivent comprendre des procédures visant à : <ul style="list-style-type: none"> • recenser les éventuelles préoccupations environnementales associées aux procédés chimiques proposés et aux effets environnementaux qui en découlent; • évaluer la possibilité d'employer des procédés et des substances chimiques de remplacement, le cas échéant, dans le but d'atténuer ou d'éliminer les effets environnementaux.
R 324	Gestion des substances chimiques	Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour gérer les substances chimiques, notamment pour assurer le transport, l'entreposage, la manutention, l'utilisation et la mise au rebut sécuritaire des substances chimiques, des carburants et des lubrifiants. Ces procédures comprennent une planification appropriée des mesures d'urgence.
R 325	Gestion des substances chimiques	Chaque propriétaire ou exploitant de mine doit évaluer, sur une base permanente, les possibilités de réduire la quantité des substances chimiques possiblement nocives employées dans le cadre des activités de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • le choix de l'équipement et des procédés; • les modifications éventuelles de l'équipement existant; • les progrès en matière de technologie, de procédés et de procédures; • la substitution des matériaux; • l'entretien de l'équipement; • les programmes de formation des employés. <p>Selon cette évaluation, des mesures pour réduire l'utilisation des substances chimiques possiblement nocives devraient être mises en œuvre selon le cas.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 326	Gestion des substances chimiques	<p>Les installations d'entreposage et de confinement des substances chimiques de chaque mine doivent être conçues et construites conformément aux normes, directives et règlements pertinents des organismes de réglementation compétents, et conformément à la politique, aux cibles et aux objectifs environnementaux du propriétaire ou de l'exploitant de la mine. Les installations d'entreposage et de confinement des substances chimiques doivent à tout le moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> • être gérées de manière à minimiser les risques de déversement; • assurer un confinement en cas de déversement et être gérées de manière à minimiser les risques de déversement accidentel; • respecter les normes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT); • faire en sorte que les matériaux incompatibles soient entreposés de façon à éviter tout contact accidentel ou réaction chimique entre eux; • réduire au minimum la probabilité qu'un déversement ait de graves répercussions sur l'environnement.
R 327	Élimination des eaux usées domestiques et des eaux d'égout	<p>Si on prévoit éliminer les eaux usées domestiques ou les eaux d'égout sur place plutôt que de les acheminer vers une station municipale de traitement des eaux usées, il faut construire des installations de traitement des eaux usées sur le site minier dans le but d'éviter toute contamination des eaux de surface et des eaux souterraines, y compris les réserves d'eau potable, et de respecter toutes les normes réglementaires pertinentes.</p>
R 328	Élimination des eaux usées domestiques et des eaux d'égout	<p>Les boues issues du traitement des eaux usées domestiques et des eaux d'égout doivent être entreposées de façon appropriée. On peut entreposer ces boues sur place, hors du site ou dans un site d'enfouissement, ou encore s'en servir pour recouvrir les résidus miniers ou les stériles.</p>
R 329	Gestion des déchets alimentaires et domestiques	<p>Les déchets provenant de la cuisine et de la salle à manger de la mine doivent être éliminés de façon à éviter d'attirer les animaux sauvages. Des mesures doivent être prises pour éliminer adéquatement tous les déchets alimentaires et les récipients ayant servi aux aliments, dont ceux utilisés ailleurs que dans la cuisine et la salle à manger. Il faut instaurer des programmes de formation afin de sensibiliser tous les employés et les entrepreneurs sur place à l'importance d'éliminer correctement les déchets alimentaires et d'éviter de nourrir les animaux sauvages sur le site.</p>
R 330	Respect des zones écosensibles	<p>Toutes les installations minières doivent être situées et conçues de façon à ne pas empiéter sur les zones écosensibles. Des consultations avec les intervenants concernés, les communautés autochtones locales ainsi qu'avec des représentants gouvernementaux devraient être entreprises afin de déterminer les zones écosensibles.</p>
R 331	Chemins d'accès et routes	<p>Les routes et les chemins d'accès doivent être tracés de façon à contourner autant que possible les plans d'eau et l'habitat des espèces sauvages et à éviter les virages abrupts qui augmentent le risque de déversements et d'accidents. Dans le choix de l'emplacement des routes et des chemins d'accès, il faut tenir compte de leur utilisation finale et déterminer si, après la fermeture de la mine, ils faciliteront ou limiteront l'accès du public aux milieux sauvages et aux régions développées.</p>
R 332	Chemins d'accès et routes	<p>Il faut concevoir et mettre en œuvre des mesures pour prévenir et limiter l'érosion causée par les routes sur le site minier. Parmi ces mesures, mentionnons les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • prévoir autant que possible l'aménagement de zones tampons d'une largeur minimale de 100 m entre les routes et les plans d'eau; • tracer les routes en pente et construire des fossés de façon à limiter les risques d'érosion, notamment en évitant toute inclinaison supérieure à 12 p. 100 (5 p. 100 près des plans d'eau).
R 333	Chemins d'accès et routes	<p>Les passages de cours d'eau doivent être conçus et construits de façon à protéger le poisson et son habitat. Il faut notamment empêcher l'envasement des cours d'eau et éviter de faire obstacle aux déplacements des poissons.</p> <p>Si le passage d'un cours d'eau risque de détériorer ou de détruire l'habitat du poisson, il faut consulter la <i>Politique de gestion de l'habitat du poisson</i> (1986) de Pêches et Océans Canada. Pour aider à concevoir ces passages, on peut aussi consulter le <i>Fish Habitat Manual: Guidelines and Procedures for Watercourse Crossings in Alberta</i>, préparé par Alberta Transportation.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 334	Enlèvement de la neige	Il faut déterminer l'emplacement des décharges à neige. Il faut éviter de déverser la neige directement dans les lacs ou les cours d'eau ou sur des plans d'eau recouverts de glace. On devrait éviter les zones de recharge de l'eau souterraine, les terres humides et les zones de végétation fragile. Il convient de prendre les mesures nécessaires pour prévenir la contamination des plans d'eau par les eaux de ruissellement provenant des décharges à neige, par exemple en les dirigeant vers des bassins de décantation avant de les rejeter. La neige doit être empilée du sud au nord de cette façon, le côté sud fondra en premier, l'eau s'écoulera autour de l'amas de neige et sous celui-ci plutôt que sur des contaminants potentiels laissés en amont.
R 335	Canalisations	Le tracé des canalisations doit limiter les risques de dégradation des écosystèmes aquatiques et terrestres en cas de bris. Il faut concevoir les canalisations de façon à réduire les risques de bris et mettre en place des mesures pour limiter les effets de tout bris éventuel. Après leur mise en service, il faut inspecter les canalisations à intervalles réguliers pour vérifier qu'elles sont en bon état et installer des systèmes de surveillance pour avertir les opérateurs de tout risque de défaillance.
R 336	Systèmes de convoyeurs	L'emplacement des systèmes de convoyeurs doit être choisi de façon à limiter les risques que posent les particules en suspension dans l'air pour l'environnement et la santé humaine. Autant que possible, il faut enfermer les convoyeurs afin de prévenir ou de limiter les rejets de particules dans l'air. Il faut aussi isoler les installations de chargement et de déchargement des convoyeurs ou prendre d'autres mesures pour prévenir ou limiter les émissions de particules aéroportées par suite des opérations de chargement et de déchargement.
R 337	Défrichage	<p>Le défrichage en vue de la construction doit être réalisé de façon à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • réduire au minimum la superficie défrichée; • conserver autant que possible des bandes tampons de végétaux naturels d'au moins 100 m entre les aires défrichées et les plans d'eau adjacents; • réduire au minimum le temps écoulé entre le défrichage et les activités subséquentes. <p>Il est à noter que les deux premiers points s'appliquent également à la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, particulièrement dans le cadre de la construction de camps et de chemins d'accès et du décapage des affleurements.</p> <p>Si possible, on peut replanter les végétaux provenant des zones déboisées dans les habitats voisins en vue de les remettre en place après la fermeture de la mine.</p>
R 338	Conservation et mise en tas des morts-terrains	Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour que les morts-terrains excavés du site minier lors de la construction, en particulier les sols organiques, soient conservés et mis en tas en vue de leur réutilisation pendant la remise en état du site. Il faut concevoir les installations d'entreposage de façon à prévenir ou à limiter l'érosion des matériaux par la pluie et le vent. Il faut prendre les mesures nécessaires pour éviter toute contamination des matériaux mis en tas au cours des activités minières.
R 339	Contrôle de la sédimentation	<p>Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour limiter l'érosion et la sédimentation. Voici quelques mesures à envisager pendant les phases de planification, de construction, d'exploitation et de fermeture de la mine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • déterminer les risques d'érosion sur le site et repérer les plans d'eau menacés; • aménager si possible des bandes tampons d'au moins 100 m autour des plans d'eau menacés de sédimentation; • reprofiler le terrain afin de réduire la vulnérabilité du sol à l'érosion; • rétablir la végétation et conserver des bandes tampons en bordure des plans d'eau afin de limiter l'érosion; • éloigner les eaux de drainage des zones déboisées, nivelées ou excavées; • ériger et maintenir des barrières à sédiments ou des collecteurs de sédiments pour prévenir ou limiter la sédimentation; • diriger les eaux de ruissellement superficiel en provenance des zones érodables vers des bassins de décantation avant de les rejeter dans l'environnement; • assurer le suivi et l'application continue de ces mesures afin qu'elles demeurent efficaces.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de planification et de construction
R 340	Conditions nordiques et enjeux reliés au pergélisol	La planification et la construction des mines dans le Nord doivent être faites de manière à réduire au minimum les effets néfastes sur l'environnement, dont la qualité de l'eau de surface et souterraine, les poissons, les espèces sauvages et leur habitat naturel, ainsi que d'autres caractéristiques propres aux régions nordiques, comme le pergélisol. Dans la planification des activités du cycle de vie de la mine, il faut tenir compte des facteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> • les exigences du projet concernant les pistes d'atterrissage, les campements ou d'autres formes d'hébergement, l'entreposage des carburants et des autres fournitures, les lignes de levé et les bornes d'arpentage, l'excavation, l'entreposage des déchets et les autres infrastructures; • la géographie et la végétation de la région, dont les caractéristiques naturelles (eskers, rivières, ruisseaux, lacs, étangs et pingos); • les exigences particulières en matière de localisation des activités minières et des activités de surveillance, compte tenu de la présence de pergélisol.
R 341	Changements climatiques et adaptation – réduction du carbone	Des stratégies de réduction des émissions de carbone dans l'atmosphère doivent être considérées et mises en œuvre tout au long des différentes phases du cycle de vie de la mine. Les possibilités de réduction doivent inclure l'utilisation de carburants à haut rendement ou des carburants alternatifs pour les équipements et véhicules lourds.
R 342	Changements climatiques et adaptation – sites dans la phase de planification et de construction	Dans la planification de tous les aspects de l'exploitation de la mine, explicitement la gestion des eaux et la gestion et l'entreposage des résidus miniers, il faut tenir compte des impacts potentiels des changements climatiques. Il faut consulter les prévisions régionales à long terme des changements climatiques et tenir compte des changements prévus concernant la température, les précipitations et les conditions météorologiques exceptionnelles. Dans les zones de pergélisol, il faut tenir compte des impacts potentiels des changements climatiques concernant d'autres aspects de l'infrastructure du site, tels que les routes, les pipelines et les structures sur le site, qui peuvent toutes être touchées par la détérioration du pergélisol. Il faut planifier, construire et exploiter tous les aspects de l'infrastructure du site qui pourraient être touchés par les changements climatiques de façon à réduire ou à éliminer les impacts potentiels rattachés aux changements climatiques.
R 343	Changements climatiques et adaptation – sites dans la phase d'exploitation ou de fermeture de la mine	Les propriétaires ou les exploitants de sites dans la phase d'exploitation ou de fermeture d'une mine devraient consulter les prévisions régionales à long terme des changements climatiques. Il faut procéder à une évaluation des risques afin de cerner tous les aspects de l'infrastructure du site qui pourraient être touchés par les changements climatiques, y compris les changements prévus concernant la température, les précipitations et les conditions météorologiques exceptionnelles. Il faut planifier et mettre en œuvre des mesures pour diminuer ces risques de façon à réduire ou à éliminer les impacts potentiels rattachés aux changements climatiques.

TABLEAU S.4 : PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE D'EXPLOITATION DE LA MINE

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine
R 401	Gestion des eaux	Des programmes propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour surveiller la qualité des eaux d'exhaure recueillies et des eaux d'exfiltration provenant des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers. Au minimum, ces programmes doivent : <ul style="list-style-type: none"> • décrire la géologie de surface et de subsurface, dont les aquifères et les aquitards; • répertorier et caractériser les ressources locales d'eau souterraine et leur utilisation; • indiquer l'emplacement des stations d'échantillonnage des eaux d'exhaure et d'exfiltration et des zones de résidus miniers; • fournir des protocoles d'échantillonnage, de manipulation et d'analyse des échantillons d'eau (lorsque les analyses sont réalisées par des laboratoires externes, le propriétaire ou l'exploitant de la mine de métaux doit posséder un exemplaire des protocoles utilisés); • fournir une base de données sur l'eau souterraine, mise à jour après chaque échantillonnage.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine
R 402	Gestion des eaux	<p>Les modèles hydrologiques utilisés pour planifier le système de gestion des eaux doivent être réévalués. À cette fin, il faut notamment recueillir les données suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> des variables climatiques telles que les précipitations, la température, le rayonnement solaire, l'humidité relative ainsi que la vitesse et la direction du vent; le niveau des lacs et l'accumulation de neige; le débit des cours d'eau et des effluents; l'activité des castors et les barrages qu'ils ont construits, le cas échéant.
R 403	Gestion des eaux	<p>Voici quelques activités de gestion des eaux à réaliser durant la phase d'exploitation de la mine :</p> <ul style="list-style-type: none"> vérifier régulièrement la performance, l'état et la sécurité des installations de gestion des eaux et en faire rapport; inspecter les canalisations pour vérifier le débit et l'intégrité hydraulique; surveiller la qualité de l'eau et le niveau d'eau dans les installations de rétention, comme les parcs à résidus miniers et les bassins de sédimentation et les lagunes tertiaires; inspecter les fossés de drainage et les digues pour vérifier l'accumulation des sédiments et les éventuels dommages causés aux talus, notamment par l'érosion; s'efforcer d'identifier et de mettre en œuvre des façons de recycler l'eau et de minimiser le plus possible l'utilisation de l'eau fraîche.
R 404	Utilisation des stériles et des résidus miniers comme matériaux de remblayage	<p>Autant que possible, le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit utiliser les résidus miniers et les stériles comme matériaux de remblayage dans la mine afin de réduire la quantité de ces matériaux qu'il faudra entreposer dans les parcs à résidus miniers et les haldes de stériles.</p>
R 405	Utilisation des stériles et des résidus miniers comme matériaux de remblayage	<p>Il faut examiner les résidus miniers et les stériles qu'on envisage d'utiliser comme matériaux de remblayage afin de s'assurer que ces derniers seront convenables pour servir de matériaux de remblayage, particulièrement s'ils seront utilisés pour renforcer la structure des mines souterraines. Cela devrait également comprendre une évaluation des caractéristiques physiques et chimiques des matériaux en vue de s'assurer qu'ils présentent les propriétés structurales appropriées pour être utilisés sans danger dans les mines souterraines et de s'assurer que l'altération chimique de ces derniers ne porte pas atteinte à l'intégrité de ses propriétés structurales ou ne constitue pas un risque pour l'environnement.</p>
R 406	Utilisation des stériles et des résidus miniers comme matériaux de remblayage	<p>Si des matériaux de remblayage susceptibles de libérer des acides sont utilisés, il faut mettre en place des mesures de surveillance pour évaluer leur incidence sur la qualité des eaux d'exhaure pendant l'exploitation et après la fermeture de la mine. Les impacts potentiels sur les eaux souterraines régionales devraient aussi être évalués.</p>
R 407	Gestion des parcs à résidus miniers	<p>Les parcs à résidus miniers doivent être contrôlés et surveillés conformément à une procédure officielle intégrée au SGE de la mine. Le contrôle et la surveillance doivent porter avant tout sur les aspects suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> l'inspection des parcs à résidus miniers en ce qui a trait au suivi de la performance, aux indicateurs d'instabilité, au suivi de la stabilité, aux dépôts de résidus miniers, à la gestion et au contrôle de l'eau et à la qualité des effluents; le contrôle de la construction, y compris le recours à un programme de gestion de la construction; les méthodes de lutte contre les poussières; les mesures d'assurance qualité et de contrôle de la qualité visant tous les aspects de l'exploitation, de la surveillance et de l'inspection.
R 408	Gestion des parcs à résidus miniers	<p>Toutes les procédures liées à la gestion environnementale des parcs à résidus miniers doivent être clairement documentées, tout comme le rôle et les responsabilités du personnel concerné. Il faut conserver cette documentation tout au long de l'exploitation et de la fermeture de la mine et la revoir au besoin pour s'assurer qu'elle est exacte et à jour.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine
R 409	Surveillance des stériles et des résidus miniers	<p>Des programmes propres au site doivent être conçus et mis en œuvre pour surveiller les stériles et les résidus miniers aux fins suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • évaluer le risque de lixiviation des métaux et de drainage acide des stériles et des résidus miniers; • vérifier les prévisions faites durant la phase de planification de la mine; • recueillir les données requises pour la modélisation; • évaluer la production d'acide résultant des réactions d'oxydation, ainsi que l'acidité et les produits de réaction susceptibles de migrer; • évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre pour prévenir et limiter la lixiviation des métaux et le drainage acide; • déterminer les risques d'infiltration de surface et de contamination de l'eau souterraine.
R 410	Gestion des boues de traitement	<p>Les boues issues du traitement des effluents miniers doivent être gérées de façon à en assurer la stabilité physique et chimique. À cette fin, le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit respecter les consignes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • caractériser les boues de traitement afin d'évaluer le risque de lixiviation; • éviter d'entreposer les boues de traitement avec des résidus miniers susceptibles de libérer des acides; • entreposer les boues dans une installation physiquement sécuritaire, dans des conditions propres à garantir leur stabilité chimique; • traiter et surveiller les eaux usées en provenance des installations d'entreposage des boues au besoin de manière à rencontrer les exigences réglementaires. <p>Si le propriétaire ou l'exploitant prévoit que la mine produira un fort volume de boues de traitement pendant une longue période, il doit envisager de recourir à un procédé de traitement qui produit une boue plus dense contribuant à réduire d'autant le volume de boue à entreposer.</p>
R 411	Gestion de l'ammoniac	<p>Dans les mines où des explosifs à base d'ammonium sont utilisés, il faut employer les meilleures pratiques de gestion en ce qui a trait aux sautages de même qu'à la manipulation des explosifs afin de prévenir tous déversements accidentels et de réduire les résidus d'ammonium laissés après l'explosion de manière à limiter le plus possible la contamination par les résidus d'ammonium.</p>
R 412	Gestion de l'ammoniac	<p>Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour surveiller et gérer l'ammoniac afin d'éviter que l'effluent final ne présente une létalité aiguë et ne nuise au milieu aquatique récepteur. Les plans doivent à tout le moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifier les sources d'ammoniac potentielles, dont les explosifs et l'hydrolyse des cyanates; • estimer la charge d'ammoniac et déterminer si des mesures de contrôle supplémentaires sont requises; • inclure des procédures pour faciliter la réduction de l'apport d'ammoniac dû à des déversements d'explosifs ou à d'autres fuites.
R 413	Gestion du cyanure	<p>En mettant à profit les différents éléments de la recommandation R 321, le transport, l'entreposage, l'utilisation et le traitement du cyanure et des composés cyanurés doivent respecter les pratiques décrites dans le Code international de gestion du cyanure (Institut international de gestion du cyanure, 2002). En particulier, dans les mines où l'on emploie du cyanure, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mettre en œuvre des mesures préventives et d'atténuation visant à protéger le poisson et la faune des rejets directs et indirects de solutions de traitement cyanurées dans l'eau de surface et souterraine; • mettre en œuvre des programmes de surveillance de routine afin d'évaluer les effets de l'exposition au cyanure chez les espèces sauvages et sur la qualité de l'eau souterraine et de surface; • planifier et mettre en œuvre des procédures efficaces lorsque les installations de cyanuration seront démantelées afin de protéger l'eau souterraine et de surface.
R 414	Gestion des thiosels	<p>S'il y a risque de présence de thiosels dans les eaux usées issues du traitement du minerai, il faut respecter les consignes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • prendre les mesures nécessaires pour minimiser le rejet de résidus chargés de thiosels dans l'environnement soit en recyclant l'eau pour la réutiliser dans l'installation de traitement du minerai ou en mettant en œuvre les mesures nécessaires pour assurer la dégradation des thiosels sur place; • élaborer et mettre en œuvre des programmes de surveillance de la concentration des thiosels dans les eaux usées en plus de vérifier l'abaissement de pH en aval; • mettre en place des systèmes de traitement ou des mesures d'atténuation visant à réduire la concentration de thiosels dans l'effluent avant le rejet de l'effluent dans l'environnement.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine
R 415	Mesures de contrôle des émissions de gaz à effet de serre	<p>Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre. Les plans doivent décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les sources potentielles d'émission de gaz à effet de serre; • les facteurs susceptibles d'influer sur les émissions de gaz à effet de serre; • les mesures nécessaires pour réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre; • les programmes de surveillance et de signalement des émissions de gaz à effet de serre; • les mécanismes visant à incorporer les résultats des programmes de surveillance afin d'améliorer les mesures de réduction des émissions; • les mécanismes de mise à jour périodique du plan.
R 416	Mesures de contrôle des émissions de particules aéroportées	<p>Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour réduire au minimum les émissions de particules aéroportées. Les plans doivent décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les sources potentielles d'émissions de particules aéroportées, y compris les activités précises et les éléments spécifiques de l'infrastructure de la mine; • les facteurs, y compris le climat et le vent, susceptibles d'influer sur les émissions de particules aéroportées; • les risques potentiels pour l'environnement et la santé humaine qui résultent des émissions de particules aéroportées; • les mesures requises pour réduire au minimum les émissions de particules aéroportées en provenance des sources répertoriées; • les programmes de surveillance des conditions météorologiques locales, lesquelles seront prises en compte dans la gestion continue des émissions de particules aéroportées; • les programmes de surveillance et de signalement des émissions de particules aéroportées et de leurs effets environnementaux; • les mécanismes visant à incorporer les résultats des programmes de surveillance afin d'améliorer les mesures de réduction des émissions; • les mécanismes de mise à jour périodique des plans.
R 417	Mesures de contrôle des émissions de particules aéroportées	<p>Conformément au standard pancanadien pour les particules, la concentration de particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 microns ($PM_{2,5}$) ne peut dépasser $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne calculée sur 24 heures) hors des limites des installations minières.</p>
R 418	Mesures de réduction du bruit	<p>Il faut réaliser des évaluations propres au site pour repérer les sources existantes ou potentielles de bruit et mettre en œuvre des mesures visant à réduire le niveau de bruit qui leur est associé. Les mesures suivantes peuvent notamment être envisagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • éliminer les sources de bruit; • acheter de l'équipement moins bruyant; • entretenir adéquatement l'équipement; • isoler ou recouvrir les sources de bruit; • supprimer le bruit à la source; • choisir des emplacements en fonction des sources de bruit de manière à favoriser l'atténuation naturelle du bruit et à réduire ainsi le niveau de bruit; • limiter les activités bruyantes aux horaires convenus avec les collectivités locales. <p>Il faut assurer le suivi de ces mesures afin d'évaluer leur efficacité et d'envisager de nouvelles façons de réduire le bruit.</p>
R 419	Bruit ambiant provenant de l'exploitation minière	<p>Dans les aires résidentielles qui jouxtent les sites miniers, le niveau acoustique équivalent résultant des activités minières ne devrait pas dépasser 55 décibels A (dBA) pendant le jour et 45 dBA la nuit. Le bruit ambiant peut aussi avoir une incidence sur les animaux sauvages, donc le personnel qui travaille sur les sites dans les régions éloignées devrait déployer des efforts pour atteindre ces objectifs concernant les niveaux du bruit ambiant hors site.</p>
R 420	Contrôle du bruit et des vibrations dus aux sautages	<p>Dans les régions où aucun règlement ne régit le bruit et les vibrations du sol occasionnés par les sautages, il faut respecter les critères suivants aux limites ou hors des limites de la propriété minière :</p> <ul style="list-style-type: none"> • vibrations du sol limitées à une vitesse de crête des particules de 12,5 mm/sec, mesurée sous le niveau du sol ou à moins d'un mètre au-dessus du niveau du sol; • niveau de bruit percutant limité à 128 dB.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase d'exploitation de la mine
R 421	Sautage à l'intérieur ou à proximité de plans d'eau où vivent des poissons	Tout sautage réalisé à l'intérieur ou à proximité de plans d'eau où vivent des poissons doit être conforme aux <i>Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes</i> , préparées par Pêches et Océans Canada (1998).
R 422	Fonctionnement et entretien des moteurs	Pendant l'entretien et le fonctionnement des moteurs de véhicules ou d'équipement stationnaire, il faut réduire au minimum les émissions des principaux contaminants atmosphériques, en particulier : <ul style="list-style-type: none"> • les particules totales; • les particules de diamètre inférieur ou égal à 10 microns (PM₁₀); • les particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 microns (PM_{2,5}); • les oxydes de soufre (SO_x); • les oxydes d'azote (NO_x); • les composés organiques volatils (COV); • le monoxyde de carbone (CO).
R 423	Fonctionnement et entretien des moteurs	Les ateliers d'entretien doivent être exploités de façon à assurer une gestion adéquate des contaminants potentiels, comme les lubrifiants usés, les vieilles batteries et les autres déchets. Il faut en outre établir des mécanismes appropriés pour éliminer ces matériaux. Les entrepôts doivent être gérés de façon à ce que toute manipulation de matériaux potentiellement dangereux respecte les procédures décrites en détail dans le système de gestion environnementale de la mine.
R 424	Remise en état progressive	Durant le cycle de vie de la mine, il faut procéder à la remise en état progressive du site afin de réduire les effets environnementaux et les mesures à prendre pendant la phase de fermeture. Dans le cadre du plan de fermeture, le propriétaire ou l'exploitant d'une mine de métaux doit élaborer un calendrier de remise en état progressive propre au site. Ce calendrier, mis à jour à intervalles réguliers, permettra au personnel de la mine de surveiller l'état d'avancement des activités de remise en état. Ces dernières doivent tenir compte des objectifs définis pour la fermeture du site minier et de son utilisation prévue après la fermeture.
R 425	Remise en état progressive des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers	Autant que possible, les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers doivent être remis en état de façon progressive durant la phase d'exploitation de la mine. Les activités de remise en état doivent se dérouler de manière conforme aux objectifs propres du site en ce qui a trait à la fermeture de la mine ainsi qu'à l'utilisation souhaitée du site après la fermeture tels qu'identifiés dans le plan de fermeture. La planification et la mise en œuvre des mesures progressives de remise en état devraient tenir compte des facteurs suivants : <ul style="list-style-type: none"> • l'aspect final des haldes de stériles; • la mise en place d'un système de drainage final; • la mise en place de couvertures humides ou sèches là où on prévoit utiliser ces systèmes pour prévenir ou limiter le drainage acide; • le rétablissement de la végétation dans les zones dénudées.
R 426	Remise en état progressive de l'infrastructure du site minier	Autant que possible, l'infrastructure du site minier sera remise en état de façon progressive durant la phase d'exploitation de la mine. Cette remise en état peut concerner par exemple les routes désaffectées et les zones occupées par les activités préliminaires, comme les sites ayant servi au forage ou les campements érigés durant la phase d'exploration ou de construction.

□ TABLEAU S.5 : PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE DE FERMETURE DE LA MINE

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine
R 501	Évaluation et révision des plans de gestion environnementale existants	<p>À la fin de la phase d'exploitation de la mine et tout au long de la phase de fermeture, les plans de gestion des divers aspects environnementaux de la mine qui ont été élaborés et mis en œuvre à une étape antérieure du cycle de vie minier doivent faire l'objet d'évaluations et de révisions. Il faut veiller à ce qu'ils demeurent adéquats, compte tenu des conditions changeantes qu'entraîne la fermeture de la mine. Une attention particulière doit être accordée à l'évaluation et à la révision des plans suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • plans de prévention de la pollution; • plans de gestion de l'environnement; • plans de surveillance et d'inspection des installations de protection de l'environnement; • plans de surveillance de l'environnement; • plans d'urgence.
R 502	Coûts de fermeture de la mine	<p>Tout au cours du cycle de vie de la mine, il faut réévaluer les coûts de fermeture prévus. Le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit disposer de fonds suffisants pour défrayer toutes les dépenses associées à la fermeture et rajuster le montant de tout dépôt de garantie en conséquence.</p>
R 503	Financement de la surveillance, de l'entretien et du traitement à long terme	<p>S'il s'avère qu'un site doit faire l'objet d'une surveillance, d'un entretien ou d'un traitement à long terme des effluents après la fermeture, il faut élaborer et mettre en œuvre des mécanismes pour assurer la disponibilité d'un financement adéquat, stable et à long terme pour ces activités. Pour déterminer le niveau de financement nécessaire, il faut tenir compte des réserves d'urgence en cas de changement de la situation économique, de bris potentiels des systèmes ou de réparations majeures à effectuer après la fermeture de la mine.</p>
R 504	Interruption de l'exploitation et inactivité des mines	<p>Le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit élaborer un plan d'entretien et de maintenance du site minier en cas d'interruption des activités minières ou d'inactivité due à d'autres causes. Le plan doit prévoir la poursuite de la surveillance et de l'évaluation de la performance environnementale du site, de même que le maintien de toutes les mesures de contrôle de l'environnement nécessaires pour garantir le respect intégral des règlements pertinents.</p>
R 505	Aspects à considérer lors de la fermeture d'une mine	<p>Les activités de fermeture d'une mine doivent tenir compte des aspects environnementaux suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les installations minières souterraines et à ciel ouvert; • les installations de traitement du minerai et l'infrastructure du site; • les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers; • les aires d'entreposage des boues aussi bien que les exigences progressives d'entreposage des boues après la fermeture; • les installations de gestion des eaux; • les décharges et les installations d'entreposage des déchets; • les zones d'exploration.
R 506	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	<p>Si cela est possible sur le plan technique et économique, les infrastructures souterraines ou à ciel ouvert (p. ex. les concasseurs, les voies ferrées, les structures métalliques, les conduites d'eau et les tuyaux d'air) et les équipements (p. ex. les ventilateurs et les pompes) doivent être retirés du site. Il faut inspecter tout équipement laissé dans les mines souterraines ou à ciel ouvert et mettre en œuvre des mesures correctives, au besoin, afin de s'assurer qu'il n'y ait aucun risque de fuite de contaminants après la fermeture.</p>
R 507	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	<p>Au cours de la fermeture de mines souterraines ou à ciel ouvert, il faut répertorier toute contamination associée à l'utilisation et à l'entretien des véhicules et des équipements et mettre en œuvre des mesures correctives, au besoin.</p>
R 508	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	<p>Il faut sécuriser les mines souterraines et des panneaux devraient être installés pour prévenir le public des dangers potentiels. Dans l'éventualité où les ouvertures souterraines servent de refuge aux chauves-souris, des portes devraient être installées pour qu'elles puissent y avoir accès tout en protégeant le public.</p>
R 509	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	<p>Dans le cas des mines souterraines, il faut évaluer le risque d'affaissement et prendre les mesures nécessaires pour prévenir tout affaissement lorsque le risque est jugé important. La principale mesure consiste à remblayer les chantiers souterrains vides.</p>
R 510	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	<p>En autant qu'il soit possible, les mines à ciel ouvert devraient être remblayées ou ennoyées pour empêcher tout accès non autorisé et assurer la sécurité du public. Par contre, si cette approche est impossible, des clôtures devraient être utilisées pour protéger le public. Dans tous les cas, des panneaux devraient être utilisés pour signaler au public les dangers possibles associés au site.</p>

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine
R 511	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	Le risque de rejet d'eaux d'exhaure doit être évalué. Dans le cas des mines souterraines, il faut faire une évaluation hydrogéologique. Dans le cas des mines à ciel ouvert, on peut dresser le bilan hydrique et, dans certains cas, réaliser une évaluation hydrogéologique. Si on prévoit un rejet d'eaux d'exhaure, il faut en estimer le débit.
R 512	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	S'il subsiste un risque de rejet d'eaux d'exhaure après la fermeture de la mine, il faut prévoir la qualité du rejet. Après la phase de fermeture, il faut évaluer la qualité des eaux d'exhaure afin de vérifier l'exactitude des prévisions.
R 513	Fermeture des mines souterraines et des mines à ciel ouvert	S'il subsiste un risque de rejet d'eaux d'exhaure de mauvaise qualité, il faut prendre les mesures nécessaires pour prévenir ou limiter ce rejet et recueillir les eaux d'exhaure en vue de leur traitement. À titre préventif, on peut notamment obturer les ouvertures de la mine pour empêcher tout rejet.
R 514	Démantèlement des installations de traitement de minerai et de l'infrastructure du site	Sur le site, les installations de même que les équipements qui ne sont plus utilisés doivent être enlevés et entreposés de façon sécuritaire à moins que ces derniers doivent être préservés pour leur utilisation après la fermeture du site. Autant que possible, il faut tenter de les vendre pour qu'ils soient réutilisés ailleurs ou les envoyer au recyclage plutôt que de les mettre aux rebus.
R 515	Bâtiments et fondations	Les bâtiments doivent être démolis, sauf dans les cas où ils doivent être conservés pour leur utilisation après la fermeture. Les fondations doivent être enlevées ou être recouvertes d'une couche de sol suffisamment épaisse pour favoriser le reverdissement.
R 516	Bâtiments et fondations	Si l'on veut conserver les bâtiments, soit comme ressource patrimoniale ou pour toute autre utilisation après la fermeture, les structures et les fondations doivent être inspectées afin de s'assurer qu'elles ne sont pas contaminées. Si elles le sont, des mesures correctives doivent être prises, si cela est nécessaire, pour assurer la santé et la sécurité du public en vue de leur utilisation après la fermeture.
R 517	Infrastructures secondaires	Les infrastructures secondaires, telles que les réservoirs d'entreposage des combustibles, les pipelines, les convoyeurs et tous autres équipements souterrains, doivent être enlevées sauf dans les cas où elles seront conservées pour leur utilisation après la fermeture.
R 518	Routes	Les routes d'accès principales au site (ou la voie de roulement dans le cas de sites éloignés) et les autres chemins d'accès du site, selon le cas, doivent être conservés d'une façon adéquate afin de permettre l'accès au site après sa fermeture en vue d'en faire la surveillance et de procéder aux inspections et aux activités d'entretien.
R 519	Routes	Les routes, les voies de roulement et les voies ferrées qui ne seront pas conservées lors de la fermeture du site doivent être restaurées. La remise en état du site doit comprendre ce qui suit : <ul style="list-style-type: none"> • les ponts, les ponceaux et les tuyaux doivent être enlevés et les apports naturels doivent être restaurés. Les berges doivent être stabilisées en reverdisant ou en construisant des perrés; • les surfaces, les accotements, les escarpements, les talus, les bermes régulières et irrégulières, entre autres, doivent être remis en état pour prévenir l'érosion; • les surfaces et les accotements doivent être décapés, restaurés pour avoir des contours naturels et reverdis.
R 520	Infrastructures électriques	Les infrastructures électriques, y compris les pylônes ainsi que les câbles et les transformateurs électriques, doivent être démontées et enlevées, sauf dans les cas où ces dernières devront être conservées pour leur utilisation après la fermeture ou dans le cas où elles seront nécessaires pour la surveillance, l'inspection et l'entretien après la fermeture du site. Cela inclut les infrastructures sur le site ainsi que toutes infrastructures hors site appartenant à la société minière.
R 521	Infrastructures électriques	Si des biphényles polychlorés (BCP) ont été utilisés sur le site, il faut se départir de tout équipement contaminé par les BCP de façon appropriée conformément à la réglementation en vigueur. Les sols et les sous-sols près des centrales électriques doivent être examinés en vue de déterminer s'il y a eu contamination par les BCP. Si les sols sont contaminés par les BCP, ces derniers doivent être décontaminés de façon appropriée.
R 522	Entreposage des déchets et contamination	Les déchets provenant du démantèlement des installations de traitement du minerai et des infrastructures du site, tels que les déchets produits au cours de la démolition des bâtiments et de l'enlèvement de l'équipement, doivent être transportés à l'extérieur du site et enfouis dans un site approprié ou entreposés sur place de façon adéquate et conformément à la réglementation en vigueur. Si le matériel est entreposé sur place, l'emplacement et le contenu des déchets enfouis doivent être documentés.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine
R 523	Entreposage des déchets et contamination	Il faut échantillonner et analyser le sol et les autres matériaux afin de s'assurer qu'ils ne sont pas contaminés (p. ex. avec de l'amiante et du mercure des bâtiments). Si des matériaux sont contaminés, il faut les manipuler et les entreposer de façon appropriée, conformément aux règlements pertinents.
R 524	Stabilité physique à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers	À la fin de la phase d'exploitation de la mine, des évaluations ainsi que des inspections détaillées des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers, particulièrement les digues et autres ouvrages de confinement, doivent être faites. L'objectif de ces évaluations ainsi que des inspections a pour but d'évaluer le comportement présent et de le comparer aux prévisions faites au moment de la conception en fonction des conditions post-fermeture prévues. Voici quelques facteurs à prendre en considération : <ul style="list-style-type: none"> • l'ampleur de la déformation; • le taux et la qualité de l'eau d'exfiltration; • l'état des fondations et des parois latérales; • les charges de conception, qui peuvent être différentes après la fermeture de la mine.
R 525	Stabilité physique à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers	À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut réaliser une évaluation globale des risques associés à la fermeture de la mine afin : <ul style="list-style-type: none"> • d'évaluer les risques à long terme associés aux divers modes de défaillance possibles des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers; • de déterminer les conséquences possibles d'une défaillance sur l'environnement, la santé humaine et la sécurité; • de déterminer les paramètres cruciaux de ces modes de défaillance et conséquences possibles; • d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies de contrôle à long terme pour gérer les risques répertoriés.
R 526	Stabilité physique à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers	Aux endroits où des risques à long terme ont été définis conformément à la recommandation R 524, il faut élaborer et mettre en œuvre un plan de surveillance et d'entretien à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers, adopté aux besoins de surveillance et d'entretien de ces installations après la fermeture. Le plan doit comprendre les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • la description des rôles et responsabilités des personnes affectées à la surveillance et à l'entretien; • la liste des aspects à surveiller et la fréquence de la surveillance; • la liste et la fréquence des activités d'entretien courant; • la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème décelé au cours des activités de surveillance et d'entretien courant.
R 527	Prévention, contrôle et traitement des lixiviats et du drainage acide	À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut réévaluer et réviser au besoin les plans de gestion des stériles et des résidus miniers visant à prévenir, à limiter et à traiter les lixiviats et le drainage acide afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des points suivants : <ul style="list-style-type: none"> • les résultats de la réévaluation de l'efficacité de ces installations; • l'efficacité de la remise en état progressive réalisée jusque-là; • les technologies de remplacement envisageables pour la fermeture.
R 528	Prévention, contrôle et traitement des lixiviats et du drainage acide	Aux endroits où des risques à long terme de lixiviation des métaux ou de drainage acide ont été recensés, il faut réviser et mettre à jour les programmes de surveillance des stériles et des résidus miniers élaborés conformément à la recommandation R 409 afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Après révision, les plans doivent comprendre les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> • la description des rôles et responsabilités des personnes affectées à la surveillance; • la liste des paramètres à surveiller et la fréquence de la surveillance; • la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème décelé au cours des activités de surveillance courante.
R 529	Fermeture dans des conditions de pergélisol	Pour les mines situées dans le pergélisol, les pentes situées en aval des ouvrages de confinement des résidus doivent être reverdiées.
R 530	Fermeture des parcs à résidus des mines d'uranium	Dans le cas des mines d'uranium, des mesures particulières doivent être prises lors de la fermeture des parcs à résidus miniers afin de prévenir ou de limiter les émissions de radon. Parmi ces mesures figurent la mise en place d'une ou de plusieurs couches de sol sur les stériles et des résidus pauvres en uranium ou l'emploi d'une couverture aqueuse.

Numéro	Objet	Résumé des recommandations : pratiques de gestion environnementale durant la phase de fermeture de la mine
R 531	Gestion des eaux	<p>À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut évaluer et réviser au besoin les plans de gestion des eaux afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les résultats d'une évaluation de l'efficacité du plan de gestion des eaux en vigueur; • les changements prévus dans le débit d'eau et le bilan hydrique du site; • les changements prévus dans le volume et la composition des eaux usées. <p>En fonction de cette évaluation, il faut déterminer ce qui suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les ouvrages de gestion des eaux qui ne sont plus utiles, comme les digues et les fossés de dérivation, les méthodes à employer pour fermer ces ouvrages et le calendrier des travaux de fermeture; • les ouvrages de gestion des eaux toujours utiles et les éventuels besoins d'entretien ou de remplacement à long terme de ces ouvrages; • les ouvrages de gestion des eaux qui doivent être modifiés, les méthodes à utiliser, le calendrier des travaux de modification et les éventuels besoins d'entretien à long terme de ces ouvrages; • la surveillance à long terme requise pour que le système de gestion des eaux continue de fonctionner comme prévu.
R 532	Traitement à long terme des eaux usées	<p>Aux endroits où il a été déterminé que les eaux usées devront être traitées longtemps après la fermeture de la mine, il faut élaborer et mettre en œuvre un plan de traitement à long terme des eaux usées. Ce plan doit comprendre les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la description des rôles et responsabilités des personnes chargées du fonctionnement et de l'entretien du système de traitement; • la description du système de traitement à employer; • la description des éventuels sous-produits du traitement, par exemple les boues, et du plan de gestion prévoyant le traitement de ces sous-produits; • la liste et la fréquence des activités d'entretien courant du système de traitement; • la description des activités de surveillance requises pour évaluer l'efficacité continue du système de traitement, ainsi que la fréquence de surveillance; • la liste des exigences en matière de rapports de la direction de la mine et des organismes de réglementation; • la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème associé au système de traitement. <p>La mise en œuvre d'un système de traitement passif devrait être considérée. Dans certains cas, de tels systèmes peuvent avoir des exigences moindres en matière de maintenance comparativement à des systèmes de traitement conventionnels bien que tout système requière toujours un certain niveau de maintenance.</p>
R 533	Remise en état et reverdissement du site minier	L'aménagement du terrain après la fermeture doit être conçu de façon à satisfaire aux objectifs de fermeture de la mine et à l'utilisation après la fermeture du site.
R 534	Remise en état et reverdissement du site minier	Le rétablissement d'une couverture végétale sur le site doit tenir compte des caractéristiques du sol qui sera utilisé et des exigences pédologiques des végétaux considérés. Autant que possible, il faut réutiliser les morts-terrains enlevés et empilés à une étape antérieure du cycle de vie de la mine. Si cela est impossible ou si la quantité de morts-terrains est insuffisante, il faut utiliser de la terre de source locale afin d'obtenir une composition pédologique similaire et éviter d'importer des graines non indigènes.
R 535	Remise en état et reverdissement du site minier	Les espèces choisies pour le reverdissement et la communauté végétale résultante doivent satisfaire aux objectifs de fermeture de la mine et à l'utilisation prévue après la fermeture du site. Il faut choisir des espèces indigènes de la région et on ne devrait jamais planter des espèces envahissantes.
R 536	Surveillance	Lors de la fermeture de la mine, il faut concevoir et mettre en œuvre des programmes de surveillance pour que les activités de fermeture et les effets sur l'environnement correspondent aux prévisions du plan de fermeture et que le déroulement de la phase de fermeture satisfasse les objectifs fixés. Les activités de surveillance doivent inclure bon nombre des activités menées durant l'exploitation de la mine. La surveillance des écosystèmes aquatiques et terrestres doit se poursuivre jusqu'à la fin des travaux de fermeture de la mine. Il faut aussi continuer d'exercer une surveillance après la fermeture afin de s'assurer que les activités de fermeture et de remise en état du site sont conformes aux exigences réglementaires pertinentes.

1

INTRODUCTION

I.1 CONTEXTE

Le Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (ci-après appelé le « Code »), rédigé à l'appui du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (REMM 2002) découlant de la *Loi sur les pêches*, aborde certains sujets exclus du REMM mais susceptibles d'avoir une incidence sur les effets environnementaux de l'exploitation minière. Le *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (REMM) a été enregistré le 6 juin 2002 aux termes des paragraphes 34(2), 36(5) et 38(9) de la *Loi sur les pêches*.

Le REMM s'applique à toutes les mines de métaux du Canada (sauf aux exploitations de placers) qui ont un débit d'effluent supérieur à 50 mètres cubes par jour à un moment quelconque après l'enregistrement du Règlement et qui rejettent leur effluent dans des eaux où vivent des poissons. Le REMM prescrit des limites de concentration d'arsenic, de cuivre, de cyanure, de plomb, de nickel, de zinc, de total des solides en suspension (TSS) et de radium 226, ainsi que des limites de pH pour les effluents des mines. Le REMM exige en outre que les effluents ne présentent aucune létalité aiguë chez la truite arc-en-ciel.

Les mines visées par le REMM sont également tenues de réaliser des études de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) conformes aux critères prescrits. Les ESEE ont pour but d'évaluer l'incidence de l'effluent minier sur le milieu aquatique récepteur, particulièrement en ce qui concerne le poisson, l'habitat du poisson et l'utilisation des ressources halieutiques.

L'élaboration du présent Code prend son origine dans le Rapport final (1996) de l'évaluation des effets de l'exploitation minière sur le milieu aquatique au Canada (AQUAMIN). Lancée en 1993 et réunissant de nombreux intervenants, AQUAMIN visait à évaluer l'efficacité du *Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux* (RELMM), un processus qui exigeait entre autres l'examen du Code d'éthique environnementale pour les mines, publié en 1977, parallèlement au RELMM.

Le Rapport final d'AQUAMIN contenait les recommandations suivantes relativement au Code d'éthique environnementale de 1977 :

- mettre à jour le Code;
- dans la nouvelle version du Code, continuer d'insister fortement sur les questions de gestion des eaux et de prévention de la pollution de l'eau;
- dans la nouvelle version du Code, traiter également d'autres enjeux, notamment la participation des intervenants;
- réviser le Code en mettant à jour le document existant et en lui ajoutant de nouvelles sections pour traiter d'autres aspects de la gestion environnementale et de la surveillance de l'environnement.

Le rapport d'AQUAMIN recommandait en outre que le contenu de la nouvelle version du Code :

- insiste sur les principes de prévention de la pollution;
- s'applique à toutes les phases de l'exploitation minière;
- renvoie à des documents de référence sur la production, la prévention, la limitation, le traitement et la surveillance du drainage acide, la gestion des carburants, des réactifs, des solvants et des déchets sur place, la production d'électricité et la fermeture du site;
- recommande des mesures pour favoriser la participation des collectivités et des groupes autochtones.

Il est important de signaler que, même si le présent Code vise spécifiquement les mines de métaux, les recommandations qu'il contient peuvent s'avérer utiles à tous les autres secteurs de l'industrie minière.

I.2 LE SECTEUR DES MINES DE MÉTAUX AU CANADA

Comme indiqué précédemment, le présent document porte d'abord et avant tout sur les mines de métaux qui extraient des minéraux renfermant des métaux tels

que le cuivre, le nickel, le fer, l'uranium et l'or. Dans le présent document, l'activité minière comprend également la première transformation qu'on fait subir aux minéraux extraits pour en tirer un concentré métallique ou d'autres produits destinés à la vente ou à une transformation subséquente.

Au Canada, les mines de métaux sont généralement classées selon le type de produit primaire, soit :

- les métaux communs, essentiellement le cuivre, le zinc, le plomb et le nickel;
- les métaux précieux, essentiellement l'or, les métaux du groupe platine, et l'argent;
- l'uranium;
- le minerai de fer;
- les autres métaux, dont le titane, le tantale, le tungstène, le niobium et le magnésium.

Pour donner un aperçu de la répartition géographique des mines de métaux au Canada, la figure 1.1 illustre l'emplacement des mines en 2007.

En général, le cycle de vie d'une mine comporte les phases suivantes : l'exploration et l'étude de faisabilité, la planification et la construction, l'exploitation et la fermeture. Voici quelques activités associées au cycle de vie des mines :

- le déboisement, le forage, l'excavation de tranchées et l'échantillonnage en vrac;
- la mise en chantier et la construction de l'infrastructure connexe;
- l'extraction du minerai;
- la gestion du site et des eaux de drainage de la mine;
- le traitement du minerai;
- l'entreposage des stériles, des résidus miniers et des autres déchets;
- la remise en état du site.

Les installations minières se caractérisent par la nécessité de gérer d'énormes quantités de minerai, de stériles et de résidus miniers, la perturbation de la surface du sol et la nécessité de la remise en état constante du site d'exploitation.

I.3 OBJECTIF ET PORTÉE DU CODE

L'objectif du présent Code est de définir et de promouvoir les meilleures pratiques recommandées pour faciliter et encourager l'amélioration continue de la performance environnementale des installations minières tout au long de leur cycle de vie, au Canada comme à l'étranger. Il porte sur toutes les phases du cycle de vie des mines (l'exploration et l'étude de faisabilité, la planification et la construction, l'exploitation, la fermeture) et traite d'une vaste gamme d'aspects environnementaux, dont l'air, l'eau, la gestion des déchets et la biodiversité.

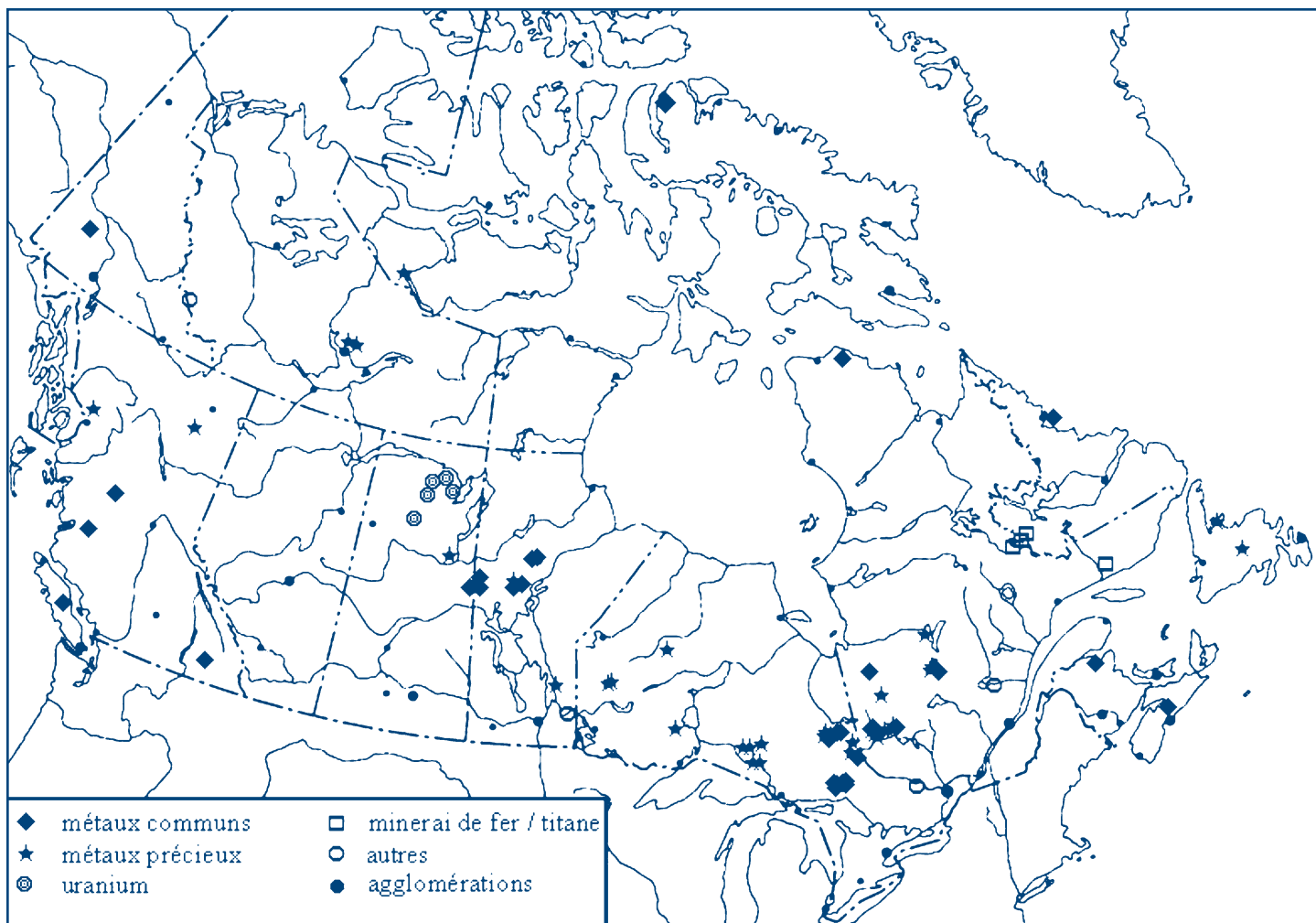
Le Code vise à devenir une ressource pour les propriétaires et les exploitants de mines, les organismes de réglementation et le grand public, en particulier les habitants des collectivités susceptibles de subir les contre-coups des activités minières.

Le Code décrit d'abord les principales activités opérationnelles réalisées au cours du cycle de vie de la mine et les préoccupations environnementales associées à ces activités. Puis, il présente les pratiques exemplaires recommandées pour réduire au minimum l'incidence des activités minières sur l'environnement. Les recommandations s'accompagnent de notes contextuelles qui expliquent leur raison d'être et les préoccupations qu'elles tentent d'atténuer. Ces recommandations de pratiques exemplaires s'adressent au secteur minier, aux organismes de réglementation et au grand public, qui pourront les utiliser comme source de conseils techniques et stratégiques dans l'élaboration et la mise en œuvre de pratiques de protection de l'environnement propres à chaque site.

Bien que les recommandations se veuillent claires et adaptées spécifiquement aux résultats escomptés, elles ne visent aucunement à déconseiller l'utilisation d'autres technologies et pratiques capables d'assurer une protection environnementale équivalente ou meilleure.

Un glossaire ainsi qu'une liste de ressources additionnelles qui ont été considérées dans l'élaboration du Code apparaissent à la fin du chapitre 4. Le lecteur est invité à consulter le glossaire pour avoir plus de précision sur le sens des termes clés utilisés dans ce document, de même que les ressources additionnelles qui pourraient s'avérer utiles pour aider à déterminer la meilleure façon de mettre en œuvre les recommandations présentées dans ce document.

FIGURE I.1 : RÉPARTITION DES INSTALLATIONS MINIÈRES ASSUJETTIES AU RÈGLEMENT SUR LES EFFLUENTS DES MINES DE MÉTAUX AU CANADA EN 2007



I.4 ÉLABORATION DU CODE

Le Code a été élaboré par Environnement Canada, en consultation avec des intervenants de divers horizons.

Dans l'élaboration des recommandations contenues dans le Code, on a tenu compte des normes environnementales pertinentes des instances fédérales, provinciales, territoriales et internationales, et incorporé certaines pratiques de gestion environnementale recommandées par diverses organisations nationales et internationales. Les renseignements sur les pratiques exemplaires ont été tirés de divers rapports et documents produits par les provinces, les territoires, Environnement Canada, le Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM), le gouvernement de

l'Australie, les Nations Unies et l'Association minière du Canada, ainsi que de certaines installations minières et revues techniques. Le présent document a en outre fait l'objet d'examen par de nombreux fonctionnaires des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, par l'industrie minière et par divers autres intervenants.

I.5 MISE EN ŒUVRE DU CODE

Le Code de pratiques sera adopté par Environnement Canada et par d'autres entités comme document d'orientation qui recommande l'adoption de pratiques de protection environnementale pour les mines de métaux.

Le Code peut être adopté de façon volontaire par les différentes sociétés minières pour leurs activités au Canada et dans d'autres pays, par l'Association minière du Canada (AMC) et ses membres, par les associations minières provinciales ou territoriales et par les autres associations de l'industrie. Les sociétés et les installations minières peuvent inclure un engagement à respecter le Code dans l'Entente sur la performance environnementale qu'elles concluent avec Environnement Canada et le ministère de l'environnement provincial, territorial ou autochtone concerné. Les organismes de réglementation peuvent aussi l'adopter en tout ou en partie.

L'adoption d'une partie ou de la totalité des recommandations du Code peut être imposée par les établissements de crédit, les compagnies d'assurances ou les autres assureurs.

Le Code peut servir de référence en matière de pratiques exemplaires aux sociétés minières canadiennes et étrangères désireuses d'améliorer continuellement la performance environnementale de leurs mines de métaux. Les recommandations qu'il contient peuvent aussi servir de critères de référence pour la vérification de la performance environnementale des installations ou des sociétés minières.

Les recommandations du Code n'ont aucun caractère obligatoire. Les sociétés qui s'engagent à les mettre en œuvre ne sont nullement exemptées de l'obligation de respecter toutes les exigences municipales, autochtones, provinciales, territoriales et fédérales s'il y a lieu.

2

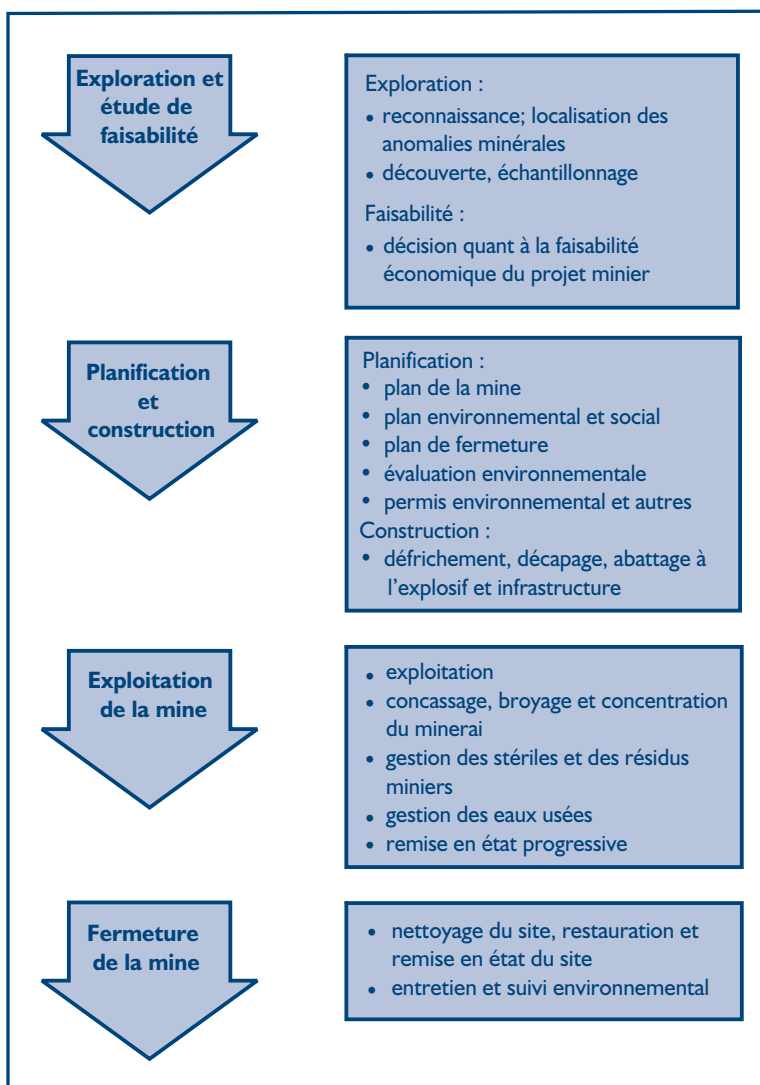
DU CYCLE DE VIE D'UNE MINE

Le présent document décrit le cycle de vie d'une mine en fonction des étapes ou des phases suivantes. La figure 2.1 illustre ces phases et les principales activités qui leur sont associées lesquelles sont :

- la phase d'exploration et d'étude de faisabilité,
- la phase de planification et de construction,
- la phase d'exploitation de la mine,
- la phase de fermeture de la mine.

La présente section donne un bref aperçu des activités qui se déroulent à chaque phase du cycle de vie d'une mine. Nous verrons à la section 3 les préoccupations environnementales qui leur sont associées.

❑ FIGURE 2.1 : ACTIVITÉS DU CYCLE DE VIE D'UNE MINE



2.1 EXPLORATION ET ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Exploration préliminaire

Le but de l'exploration préliminaire est de localiser et d'évaluer les zones minéralisées afin de déterminer s'il est opportun d'entreprendre une exploration plus intensive. Voici quelques méthodes employées à cette fin :

- *Les levés géophysiques* : Il existe différentes techniques de levé géophysique, dont les techniques magnétiques, électromagnétiques, électriques, radiométriques et gravitationnelles pratiquées du haut des airs ou au sol. Ces levés fournissent des renseignements sur les cibles d'exploration terrestre potentielles.
- *L'exploration et la cartographie géologique* : Ces méthodes consistent à cartographier les cibles déterminées par levé géologique aérien, à en prélever des échantillons et à dresser des cartes à l'échelle régionale et des cartes plus détaillées des secteurs particulièrement intéressants. Elles visent à permettre une évaluation préliminaire du potentiel de minéralisation d'un secteur relativement étendu.
- *Les levés géochimiques* : On peut prélever des échantillons de toute une gamme de matériaux, mais on privilégie le plus souvent les roches et le sol. Les échantillons font l'objet d'analyses chimiques visant à détecter la présence de métaux d'intérêt. Les résultats des analyses sont compilés et comparés aux résultats obtenus par d'autres méthodes d'exploration.
- *Le forage au diamant* : Au moyen de forages au diamant, on récupère une carotte de roche; à l'aide des carottes extraites de plusieurs trous, les géologues construisent une image tridimensionnelle de la géologie locale. Des échantillons de carottes sont en outre soumis à une analyse chimique.
- *L'excavation de tranchées* : On peut creuser des tranchées ou enlever la végétation et le sol qui recouvrent les affleurements pour cartographier les formations géologiques sub-superficielles ou pour faire un échantillonnage en vrac dans les endroits où on a des chances de trouver du minerai ou d'autres unités géologiques très près de la surface.

Exploration avancée

Dans les secteurs où l'exploration préliminaire donne des résultats positifs, on peut entreprendre une exploration avancée. L'exploration avancée vise d'abord et avant tout à déterminer le volume et la qualité de l'éventuel minerai, la géométrie du gisement et les méthodes d'extraction et de traitement les plus appropriées. À cette étape, il est essentiel d'établir un chantier souterrain ou à ciel ouvert à petite échelle afin de recueillir les renseignements nécessaires pour prendre des décisions quant à la poursuite de la mise en valeur du site. Dans le cadre de l'exploration avancée, l'échantillonnage en vrac nécessite le prélèvement de grandes quantités de roches. On en tire de précieux renseignements sur la qualité, la minéralogie et la géochimie de la roche. Parallèlement à l'échantillonnage en vrac, on procède couramment à de multiples forage au diamant, dont on utilise les résultats pour mieux connaître la géométrie du gisement minéral, de même que le volume, les caractéristiques et la délimitation de la zone minéralisée.

Si le volume et la qualité du minerai potentiellement présent sont suffisants pour justifier une étude de faisabilité, les données tirées de l'exploration avancée serviront à la planification préliminaire, à la conception de la transformation du minerai et à l'estimation des coûts de développement et d'exploitation de la mine.

Étude de faisabilité

Les gisements minéraux dont l'exploration avancée justifie la poursuite de l'évaluation font l'objet d'une procédure rigoureuse visant à déterminer la faisabilité de la mise en valeur à cet endroit. Cette procédure comporte l'évaluation de la faisabilité du projet envisagé sur les plans technique, juridique et économique, y compris l'estimation des réserves minérales et du rendement du capital investi. Les réserves minérales sont estimées à partir des résultats de l'exploration avancée. Les méthodes d'extraction sont déterminées en fonction de la sécurité, de critères économiques, des aspects pratiques et de considérations environnementales.

Les cibles d'exploration minérale dont la viabilité a été prouvée et pour lesquelles on obtient le financement et les permis nécessaires seront finalement exploitées.

Lorsqu'on décide d'entreprendre la production à un endroit, il faut terminer les plans du site et les études techniques préparatoires à la construction de la mine.

2.2 PLANIFICATION ET CONSTRUCTION

Planification

Durant la phase de planification qui, en pratique, peut chevaucher celle de l'étude de faisabilité, il faut planifier en détail tous les aspects de la mine, y compris les aspects liés aux procédés d'extraction et de séparation du minerai, les besoins en infrastructure, les calendriers de construction et de mise en service des installations et tout ce qui est associé aux aspects environnementaux de l'exploitation.

Construction

La principale activité de construction de la mine consiste à établir le chantier souterrain ou à ciel ouvert qui donnera un accès direct à la zone minéralisée. Parmi les activités connexes figure la construction des installations de traitement du minerai, des aires de gestion des résidus miniers et de l'infrastructure du site. L'ampleur et la complexité des ouvrages à réaliser durant cette phase varient énormément d'un projet à l'autre; certaines activités sont cependant communes à tous les projets de construction de mine. En voici une brève description.

Préparation du site – défrichage, décapage et nivellement : Il faut déboiser et décaper le mort-terrain en préparation de la construction des diverses installations du site. En général, si la qualité de mort-terrain permet de le réutiliser pour la remise en état du site, on le met en réserve à cette fin.

Construction de l'infrastructure de la mine : La plupart des installations et des services associés à la mine sont mis en place au cours de la phase de construction. En fonction de divers facteurs, dont l'ampleur de l'exploitation, l'emplacement et les procédés prévus pour l'extraction et le traitement du minerai, l'infrastructure peut inclure les éléments suivants :

- des installations de transport, dont des voies d'accès au site, des routes de chantier et, dans

certain cas, une piste d'atterrissage, une voie ferrée ou des installations portuaires;

- des installations de manutention et de traitement du minerai;
- des installations d'entreposage des résidus miniers;
- des systèmes de gestion des eaux et de traitement des eaux usées;
- une infrastructure énergétique, y compris un réseau de distribution d'électricité et une centrale électrique;
- des ateliers, des bureaux, des entrepôts et des logements;
- des installations d'approvisionnement en carburant et d'entreposage des carburants;
- des garages et des installations d'entretien des véhicules;
- des installations d'entreposage des explosifs;
- un approvisionnement en eau et un système de traitement et de distribution de l'eau potable;
- des installations d'élimination des eaux usées et des déchets (y compris des incinérateurs, un site d'enfouissement et un système d'épandage).

Établissement des chantiers miniers : Durant la phase de construction, il faut établir les chantiers souterrains ou à ciel ouvert qui donneront un accès direct à la zone minéralisée. Pour l'extraction du minerai près de la surface, on privilégie les mines à ciel ouvert. Si la zone minéralisée est de forme irrégulière ou située en profondeur, on l'exploite généralement par des méthodes souterraines. L'excavation du chantier se fait par forage et sautage. À l'aide de foreuses, on perce des trous dans la roche de façon à ce qu'elle se fragmente au moment du sautage. Pour fragmenter la roche, on injecte des explosifs dans les trous de forage et on les fait sauter. La roche fragmentée est ensuite transportée hors de la mine. Durant la phase de construction, la majeure partie des matériaux enlevés se compose de stériles; tout minerai découvert à ce moment est mis en réserve pour traitement ultérieur. Durant la construction, on peut aussi produire une certaine quantité de minerai qu'on utilise pour mettre à l'essai les installations de manutention et de traitement du minerai.

2.3 EXPLOITATION DE LA MINE

La phase d'exploitation de la mine représente la période durant laquelle on extrait le minerai de la mine pour le transformer en produit commercialisable. À certains endroits, la phase d'exploitation de la mine peut se poursuivre sans interruption durant une période variant de plusieurs années à quelques décennies, tandis qu'à d'autres, elle peut comprendre des périodes d'inactivité plus ou moins longues dues à l'évolution des conditions du marché. La phase d'exploitation de la mine comprend aussi bien l'extraction et le traitement du minerai que les activités connexes.

La figure 2.2 illustre les principales activités de la phase d'exploitation d'une mine.

2.3.1 EXTRACTION DU MINERAI

Mines à ciel ouvert

L'exploitation à ciel ouvert est la méthode privilégiée pour extraire le minerai de gisements situés près de la surface, le coût par tonne de minerai extrait de cette façon étant généralement inférieur à celui du minerai extrait par des méthodes souterraines. Le choix des méthodes d'extraction à ciel ouvert ou souterraines dépend aussi d'autres facteurs, parmi lesquels la teneur en minerai, la géométrie du gisement, certaines autres caractéristiques physiques et des caractéristiques du site telles que la topographie. Les mines à ciel ouvert sont généralement beaucoup plus étendues que profondes, ce qui assure une bonne stabilité aux parois latérales (voir la figure 2.3). Le coefficient de recouvrement (le rapport entre le volume de stériles et le volume de minerai), extrêmement variable durant le cycle de vie d'une mine à ciel ouvert, dépend de la géométrie de la zone minéralisée, de la teneur en minerai, de la stabilité des talus, de la géologie du site et des variations du prix des métaux.

Mines souterraines

Dans les mines souterraines, on extrait le minerai par une succession de puits et de rampes d'accès verticaux et de galeries horizontales (voir la figure 2.4). On y pratique une extraction plus sélective comparativement aux mines à ciel ouvert, et le rapport entre le volume de stériles et le volume de minerai extrait y est beaucoup

moins élevé. Les stériles sont souvent utilisés comme matériau de remblayage afin de fournir un support aux parois et aux plafonds des excavations souterraines. Les stériles qui ne servent ni à la construction ni au remblayage sont ramenés à la surface pour être entreposés.

2.3.2 TRAITEMENT DU MINERAI

Le minerai extrait de la mine subit ensuite un traitement qui permet d'en récupérer les minéraux de valeur. Normalement, le minerai renferme de petites quantités de minéraux utiles imbriqués dans des quantités beaucoup plus grandes de résidus minéraux sans valeur économique (gangue). La préparation du minerai consiste à séparer (ou libérer) les minéraux utiles de la gangue. Parmi les principales étapes du traitement du minerai, mentionnons le concassage et le broyage, la séparation chimique ou physique et l'égouttage.

Concassage et broyage

Le concassage et le broyage du minerai visent à libérer physiquement les minéraux utiles avant de les séparer des résidus par des procédés physiques et chimiques. Le concassage, effectué à sec, sert à réduire le minerai en particules grossières. Le broyage, réalisé pour obtenir des particules plus fines, se fait en milieu humide, parfois avec l'ajout de substances chimiques comme la chaux, le carbonate de sodium, le cyanure de sodium et le dioxyde de soufre dans le circuit de broyage, en vue de la séparation du minerai. Le minerai doit être broyé assez finement pour libérer le minéral métallifère de la gangue, sinon les méthodes de séparation subséquentes perdent de leur efficacité.

Séparation du minerai

La séparation du minerai fait intervenir des procédés physiques ou chimiques. Le produit final de la séparation est un concentré de minerai. Après la séparation, certains concentrés subissent d'autres traitements, comme la fusion, qui produisent des métaux purs prêts à la vente.

La séparation du minerai engendre des sous-produits, appelés résidus miniers, composés d'un mélange d'eau et de roche finement broyée dont la majeure partie des minéraux utiles ont été extraits. Les résidus miniers

FIGURE 2.2 : ACTIVITÉS HABITUELLES DE LA PHASE D'EXPLOITATION D'UNE MINE

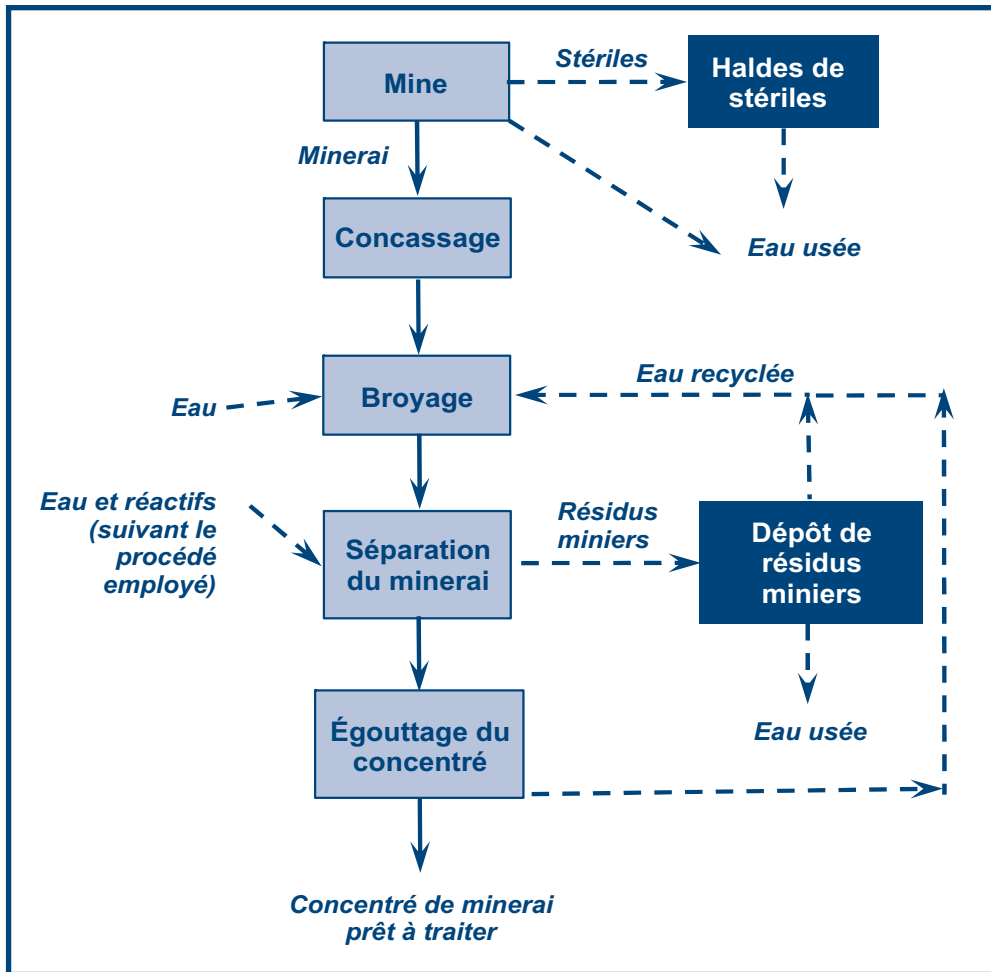


FIGURE 2.3: COUPE TRANSVERSALE D'UNE MINE À CIEL OUVERT TYPE

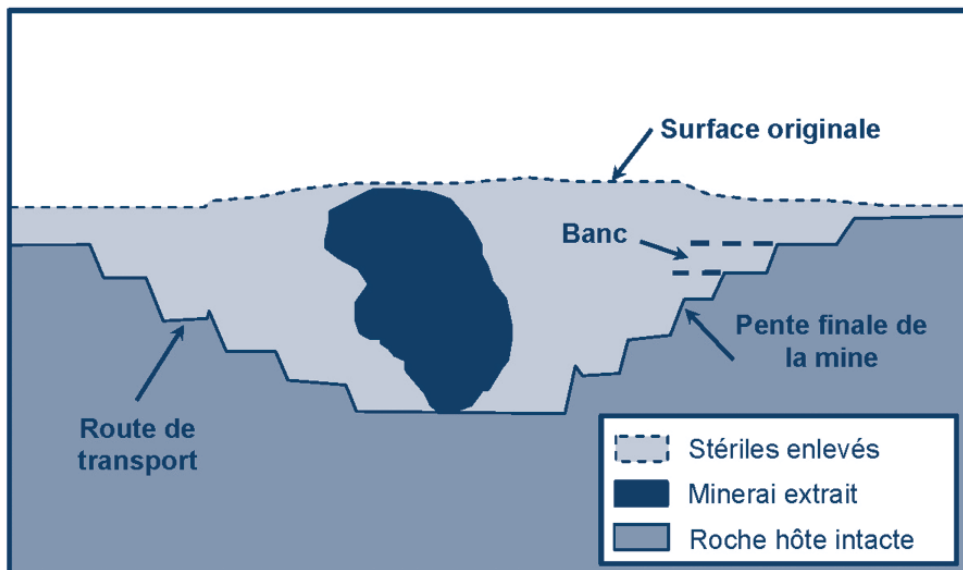
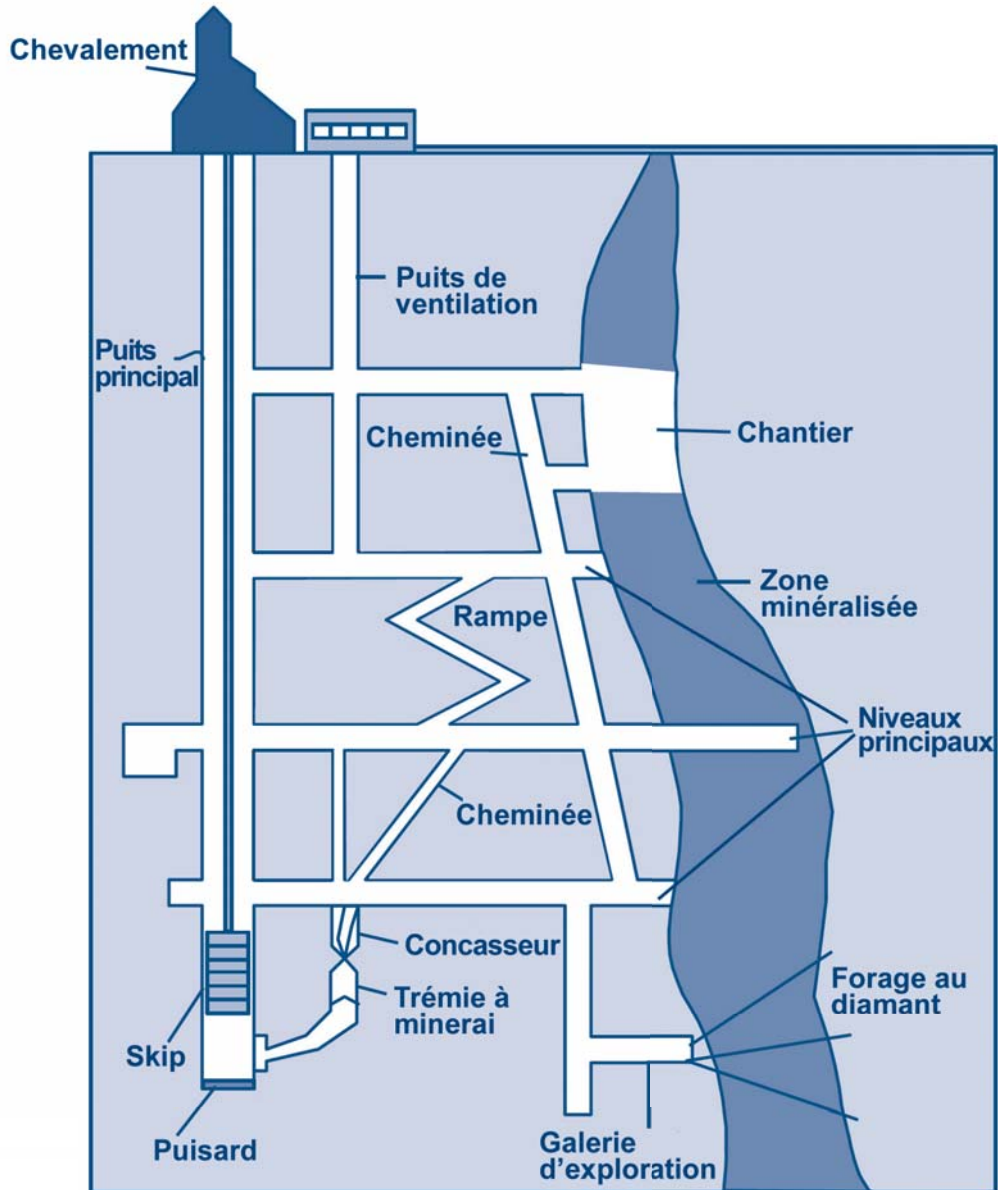


FIGURE 2.4 : COUPE TRANSVERSALE D'UNE MINE SOUTERRAINE TYPE



renferment parfois des minéraux métallifères ou des résidus des réactifs employés dans le traitement du minerai.

Procédés de séparation physique : Les procédés de séparation physique exploitent les différences entre les propriétés physiques ou le comportement des diverses particules de minéraux, par exemple la taille, la densité et l'énergie superficielle. L'ensemble du minerai ne subit aucune transformation chimique, mais on utilise parfois des réactifs chimiques pour faciliter le procédé de séparation. Voici quelques procédés de séparation physique courants :

- *La séparation par gravité* : On peut séparer les minéraux en exploitant leurs différentes densités. On le fait surtout pour le minerai de fer et l'or, mais aussi pour le tungstène, le tantale et le niobium. La séparation par gravité peut en outre servir à préconcentrer les minéraux métallifères avant leur traitement ultérieur. En général, elle requiert une quantité de réactifs moindre que certaines autres méthodes de séparation du minerai.
- *La séparation magnétique* : On peut séparer les minéraux en exploitant leurs différentes susceptibilités magnétiques. Au Canada, la séparation magnétique est utilisée pour séparer le minerai de fer des résidus minéraux, extraire la magnétite (oxyde de fer) et la pyrrhotite (sulfure de fer) de minerais de métaux communs avant la flottation et récupérer la magnétite dans les concentrés de cuivre. Tout comme la séparation par gravité, la séparation magnétique requiert en général une quantité de réactifs moindre que certaines autres méthodes de séparation.
- *La séparation par flottation* : On utilise la flottation pour séparer une grande variété de minéraux en fonction des différentes propriétés superficielles des minéraux en contact avec l'air et l'eau. Il s'agit du procédé le plus souvent employé pour récupérer les minerais de métaux communs bien qu'il soit aussi utilisé dans les opérations de procédés pour l'uranium et l'or. Pour séparer les minéraux par flottation, on introduit de fines bulles d'air dans un mélange de minerai broyé et d'eau, appelé pulpe. Dans cette pulpe, les particules minérales entrent en collision avec les bulles d'air; celles qui privilégient le contact avec l'air se fixent aux bulles et flottent jusqu'à la

surface du bac de flottation. Au fur et à mesure que les bulles d'air s'accumulent à la surface, une mousse se forme et finit par déborder : c'est le concentré de flottation. Les minéraux qui privilégient le contact avec l'eau demeurent dans la pulpe et deviennent les résidus de flottation. Un certain nombre de réactifs chimiques sont utilisés pour faciliter ce procédé.

Procédés de séparation chimique : La séparation chimique se fait par lixiviation d'un ou de plusieurs minéraux, en particulier pour récupérer l'or, l'argent, l'uranium et, dans certains cas, le cuivre. Pour séparer les minéraux, on utilise divers procédés chimiques, dont les suivants :

- *La lixiviation au cyanure* : La lixiviation au cyanure constitue la principale méthode employée pour récupérer l'or et l'argent. Pour dissoudre le métal, on emploie une solution diluée de calcium ou de cyanure de sodium. Après la lixiviation, on récupère les métaux dans la solution par absorption directe à partir de la pulpe de lixiviation, au moyen de granules de charbon activé ou par l'ajout de poussière de zinc à la solution, ce qui entraîne la précipitation des métaux précieux dans la solution.
- *La lixiviation à l'acide sulfurique* : Le traitement du minerai d'uranium se fait à l'aide d'acide sulfurique qui est utilisé pour dissoudre l'uranium. L'uranium est ensuite extrait de la solution par échange d'ions ou par solvants, ce qui entraîne l'adsorption de l'uranium par une résine ou un solvant organique. Enfin, l'uranium est retiré de la résine ou du solvant. Dans certains cas, l'acide sulfurique peut aussi servir à la lixiviation du minerai de cuivre.

2.3.3 ÉGOUTTAGE

La plupart des procédés de séparation physique des minéraux produisent des concentrés de minerai sous forme de pulpe à forte teneur en eau, qu'il faut égoutter avant tout autre traitement. L'égouttage nécessite deux procédés : l'épaississement et la filtration. Pour épaissir la pulpe, on utilise la sédimentation par gravité. Une fois décanté, l'excédent d'eau peut être recyclé dans les procédés de broyage. La pulpe épaissie passe ensuite à travers un filtre à vide qui capte les particules. L'eau restante est en grande partie retirée.

2.4 FERMETURE DE LA MINE

Une mine doit être fermée lorsqu'on en a complètement épuisé les réserves de minerai ou lorsqu'il n'est plus rentable d'extraire les minéraux qui restent. Dans certains cas, on peut fermer une mine temporairement et la mettre en mode de « surveillance et entretien », aussi appelé suspension temporaire. C'est souvent ce qu'on fait en période de chute des prix des matières premières, dans l'espoir qu'un futur

redressement de la situation permettra de rentabiliser la poursuite de l'exploitation commerciale. Au bout du compte, on finit par épuiser les réserves de minerai et on doit fermer définitivement la mine.

Comme une grande partie des travaux réalisés sur les sites miniers durant la phase de fermeture concerne la protection de l'environnement et la remise en état du site, cette phase sera abordée plus en détail à la section 3.

3

PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES AU COURS DU CYCLE DE VIE D'UNE MINE

3.1 EXPLORATION ET ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Les préoccupations environnementales susceptibles de se manifester au cours de la phase d'exploration et d'étude de faisabilité sont résumées au tableau 3.1. La plupart des activités d'exploration préliminaire sont relativement peu perturbatrices et leur incidence sur l'environnement demeure limitée et à court terme, surtout en comparaison avec les répercussions associées aux autres phases du cycle de vie de la mine. Durant l'exploration préliminaire, les allées et venues sont rarement fréquentes et les camps de travail se limitent habituellement à des tentes où résident quelques personnes durant de courtes périodes. Dans la plupart des régions, le principal effet environnemental associé à la phase d'exploration préliminaire est le bruit des avions qui effectuent les levés aériens et risquent de perturber les animaux sauvages. Le déboisement en vue des levés géophysiques produit des effets environnementaux d'ampleur variable en fonction de la largeur des bandes déboisées et de leur nombre dans une même région.

Le forage au diamant risque aussi d'avoir une incidence. Il peut s'avérer nécessaire d'ouvrir des routes d'accès, par exemple. Cette procédure nécessite en outre la préparation des sites de forage, le transport, l'entreposage et la manutention de carburants, l'installation de campements pour les équipes de forage et les géologues, des installations de traitement des résidus de forage et une infrastructure de gestion et d'approvisionnement du camp. Toutes ces activités risquent de perturber l'environnement.

Le risque d'effets environnementaux augmente parallèlement à l'intensité des activités d'exploration. La multiplication des forages au diamant qui accompagne l'exploration avancée augmente le risque d'effets environnementaux. En outre, l'échantillonnage en vrac peut entraîner le rejet de contaminants dans l'eau et l'air, ainsi que du bruit et des vibrations susceptibles de nuire aux animaux sauvages. Les programmes d'exploration avancée exigent des installations d'hébergement et

une infrastructure également susceptibles d'avoir une incidence. Bien que l'échantillonnage en vrac fasse partie des activités d'exploration avancée, il peut causer des effets environnementaux semblables à ceux recensés au cours de la phase d'exploitation de la mine, mais à plus petite échelle.

Comme les activités liées aux études de faisabilité sont le prolongement des activités d'exploration avancée, elles suscitent des préoccupations environnementales semblables.

3.2 PLANIFICATION ET CONSTRUCTION

3.2.1 PLANIFICATION

Du point de vue environnemental, la phase de planification est cruciale. Toutes les évaluations environnementales requises doivent avoir été effectuées et tous les permis environnementaux pertinents doivent avoir été obtenus avant qu'un projet puisse aller de l'avant. C'est aussi durant cette phase qu'on élabore toute une série de plans couvrant tous les aspects environnementaux de l'exploitation du site.

□ **TABLEAU 3.1 : PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES POTENTIELLES ASSOCIÉES À LA PHASE D'EXPLORATION ET D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

Activité	Préoccupations environnementales potentielles
Accès et déboisement	<ul style="list-style-type: none"> • Préoccupations possibles relativement aux habitats fauniques terrestres et au franchissement de cours d'eau
Levés géophysiques	<ul style="list-style-type: none"> • Effets possibles des levés aériens sur les animaux sauvages
Campements	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des eaux usées et des ordures, approvisionnement en eau, entreposage de carburants • Incidence sur les habitats fauniques terrestres, accès à des régions éloignées
Excavation de tranchées et de chantiers	<ul style="list-style-type: none"> • Défiguration du paysage et perturbation des terrains • Production d'acides par les minéraux sulfurés exposés à l'air • Lixiviation des métaux • Érosion des sédiments • Incidence des sautages sur la faune
Forage	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement en eau, traitement des fluides de forage, entreposage des carburants et risque de déversement, contamination de l'eau souterraine • Défiguration du paysage et perturbation des terrains • Production d'acides par les minéraux sulfurés exposés à l'air • Rejet d'eau souterraine contenant des métaux
Échantillonnage en vrac	<ul style="list-style-type: none"> • Tout ce qui précède mais risque d'incidence plus marqué possible, en plus des exigences de remise en état du site à être considérées • Dénoyage d'anciennes mines peut avoir des incidences sur la qualité des eaux réceptrices
Extraction exploratoire	<ul style="list-style-type: none"> • Incidences potentielles peuvent survenir semblables à celles de l'exploitation minière bien qu'à une échelle réduite

3.2.2 CONSTRUCTION

Préparation du site et construction de l'infrastructure de la mine

La préparation du site (défrichage, décapage et nivellement) et la construction de l'infrastructure peuvent avoir d'importantes répercussions environnementales, comme l'indique le tableau 3.2. Les préoccupations potentielles ont trait aux incidences sur la qualité de l'air et de l'eau, sur les écosystèmes aquatiques, sur la qualité du sol et sur les écosystèmes terrestres.

Établissement du chantier

Durant la phase de construction, la gestion des stériles et des eaux d'exhaure constitue la principale préoccupation liée à l'établissement du chantier minier. Cette préoccupation est plus longuement discutée à la section 3.3. En outre, la poussière, le bruit et les vibrations qui résultent de l'établissement du chantier, en particulier le forage et les sautages, risquent d'avoir des effets néfastes sur l'environnement.

3.3 EXPLOITATION DE LA MINE

3.3.1 EXTRACTION DU MINÉRAI

Les principales préoccupations environnementales associées aux activités d'extraction de minerai sont les dépôts de stériles et le rejet d'eaux d'exhaure. L'entreposage des stériles ainsi que la gestion et le traitement de l'eau font l'objet de plus amples explications ci-dessous. Les activités d'extraction de minerai peuvent en outre nuire à l'environnement à cause de la poussière, du bruit et des vibrations qui résultent surtout du forage et des sautages, mais aussi des activités de transport.

Les mines à ciel ouvert sont très différentes des mines souterraines en ce qui a trait à la gestion environnementale qu'elles requièrent (voir le tableau 3.3). Une des principales différences réside dans l'ampleur des perturbations en surface, beaucoup plus importantes dans le cas des mines à ciel ouvert, lesquelles génèrent également beaucoup plus de stériles que les mines souterraines.

TABLEAU 3.2 : PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES POTENTIELLES ASSOCIÉES À LA PHASE DE PRÉPARATION DU SITE ET DE CONSTRUCTION DE L'INFRASTRUCTURE DE LA MINE

Source de préoccupations potentielles	Nature des préoccupations potentielles
Qualité de l'air	
Utilisation et entretien des véhicules et des centrales électriques	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de particules, de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre et de composés organiques volatils.
Transport, manutention et entreposage de carburants et de substances chimiques	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de composés organiques volatils et d'autres substances nocives.
Préparation du site et construction	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de particules.
Qualité de l'eau et écosystèmes aquatiques	
Utilisation et entretien des véhicules et des centrales électriques	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de substances telles que des solides en suspension, des oligoéléments, des huiles, des solvants de dégraissage, des détergents ou d'autres substances nocives susceptibles d'affecter la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques.
Transport, manutention et entreposage de carburants et de substances chimiques	<ul style="list-style-type: none"> En cas de déversement, rejet possible de produits pétroliers ou de substances chimiques susceptibles d'avoir des effets nocifs sur l'eau de surface ou souterraine et sur les écosystèmes aquatiques.
Préparation du site et construction	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de sédiments et augmentation subséquente de la concentration du total des solides en suspension dans les eaux réceptrices.
Traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de nutriments et d'autres contaminants.
Construction de routes d'accès et de lignes de transport d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> Rejet possible de sédiments le long des routes et augmentation subséquente du total des solides en suspension dans les eaux réceptrices. Risque de drainage acide en cas d'affleurement de minéraux sulfurés durant la construction. Le franchissement de cours d'eau par les routes d'accès risque de nuire aux écosystèmes aquatiques, en particulier aux poissons en période de migration ou de fraie. L'amélioration de l'accès aux secteurs éloignés risque d'intensifier la pêche et de causer des pressions sur les populations de poisson.
Qualité du sol et écosystèmes terrestres	
Transport, manutention et entreposage de carburants et de substances chimiques	<ul style="list-style-type: none"> En cas de déversement, rejet possible de produits pétroliers ou de substances chimiques susceptibles d'avoir des effets nocifs sur les sols, la végétation et les animaux sauvages.
Utilisation de véhicules	<ul style="list-style-type: none"> En circulant, les véhicules risquent d'entrer en collision avec des animaux sauvages. Le passage d'aéronefs à basse altitude risque de perturber les animaux sauvages.
Préparation du site et construction	<ul style="list-style-type: none"> Le défrichage du site risque d'avoir une incidence sur la biodiversité, surtout si des espèces rares, menacées ou clés sont présentes. Les activités menées sur le site risquent de perturber et de déloger les espèces sauvages locales et les espèces migratrices présentes dans la région. Certains animaux, attirés par les déchets ou les odeurs de cuisine, peuvent représenter un danger pour les travailleurs et pour eux-mêmes.
Construction de routes d'accès et de lignes de transport d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> Les activités de construction risquent de perturber et de déloger les espèces sauvages et les espèces migratrices présentes dans la région. L'amélioration de l'accès aux secteurs éloignés risque d'intensifier la chasse et de causer des pressions sur les populations fauniques. En circulant, les véhicules risquent d'entrer en collision avec des animaux sauvages.
Bruit	
Bruit causé par les activités d'exploration, dont l'utilisation de véhicules, le forage et les sautages	<ul style="list-style-type: none"> Le bruit risque de déranger les populations fauniques locales, de même que les habitants des collectivités à proximité du site d'exploration.

□ **TABLEAU 3.3 : COMPARAISON DES PRÉOCCUPATIONS EN MATIÈRE DE GESTION ENVIRONNEMENTALE POUR LES MINES À CIEL OUVERT ET LES MINES SOUTERRAINES**

Aspect environnemental	Mine à ciel ouvert	Mine souterraine
Perturbation du sol	Superficie relativement grande.	Surface perturbée moins étendue que celle des mines à ciel ouvert.
Dépôt de stériles	Nécessite parfois de grandes surfaces; gestion du transport par camion, du ruissellement, de la lixiviation et de la poussière; considérations d'ordre esthétique.	Volume de stériles moins important que celui des mines à ciel ouvert, mais considérations semblables en matière de gestion.
Résidus miniers	En général, ces mines produisent de grandes quantités de résidus miniers à cause du fort volume de minerai traité.	En général, les quantités de résidus miniers sont inférieures.
Drainage acide	Risque de drainage acide dans la fosse et dans l'aire d'entreposage des stériles.	Risque de drainage acide dans le chantier et dans l'aire d'entreposage des stériles.
Remise en état	À cause de l'étendue du chantier et de l'aire d'entreposage des stériles, ces deux secteurs sont parfois très difficiles à remettre en état.	Les stériles peuvent représenter un problème, tout comme l'exfiltration ou le débordement d'eaux d'exhaure en provenance du chantier.
Affaissement du terrain	Non préoccupant.	Parfois préoccupant.
Bruit des camions	La circulation des camions entre le chantier, les haldes de stériles et l'installation de traitement peut causer un grave problème de bruit.	Généralement non préoccupant.
Bruit des ventilateurs d'aération	Non préoccupant.	Requiert une attention particulière et des mesures d'atténuation.
Sautage	Le bruit et les vibrations, parfois préoccupants, doivent être correctement gérés.	Le bruit et les vibrations peuvent aussi être préoccupants dans les mines souterraines particulièrement lorsque les chantiers sont peu profonds.
Poussière	Rejets, parfois préoccupants, dus aux activités sur le chantier, aux routes de transport et aux haldes de stériles.	Rejets, parfois préoccupants, dus aux routes de transport et aux haldes de stériles.
Eaux d'exhaure	Le volume d'eaux d'exhaure dépend des précipitations et de l'entrée d'eau de surface et d'eau souterraine. On doit se préoccuper du taux d'ammonium élevé qui risque de résulter des sautages. La charge de sédiments est souvent trop élevée. Les eaux d'exhaure peuvent renfermer des métaux et avoir un faible pH.	Normalement, le volume d'eaux d'exhaure reste assez stable. On doit se préoccuper du taux d'ammonium élevé qui risque de résulter des sautages. La charge de sédiments est souvent trop élevée. Les eaux d'exhaure peuvent renfermer des métaux et avoir un faible pH.

3.3.2 TRAITEMENT DU MINERAI

Les principales préoccupations environnementales associées au traitement du minerai ont trait à l'entreposage des résidus miniers et à la gestion de l'effluent qui en résulte. L'entreposage des résidus

miniers est décrit plus en détail ci-dessous. On doit en outre se préoccuper du risque de déversement et d'accident, deux facteurs susceptibles d'entraîner le rejet de contaminants tels que les réactifs chimiques employés dans le traitement du minerai.

3.3.3 SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION DANS L'EFFLUENT

Drainage acide : Les minéraux sulfurés, qui constituent les minéraux métallifères de nombreux métaux communs, par exemple le cuivre, le plomb et le zinc, se retrouvent partout dans les gisements de minerai. Comme les sulfures sont également présents dans la roche hôte des gisements de minerai, on les retrouve couramment dans les stériles. Les sulfures ont une grande importance au point de vue environnemental puisque, en présence d'eau et d'oxygène, ils peuvent s'oxyder et produire de l'acide sulfurique. C'est ce qu'on appelle couramment le drainage acide, eaux de drainage acide, drainage minier acide ou encore drainage rocheux acide. Il en résulte des effluents chargés de métaux et à faible pH. S'il ne fait pas l'objet d'une gestion attentive, le drainage acide peut avoir de graves effets nocifs sur les écosystèmes aquatiques et obliger le propriétaire ou l'exploitant de la mine à assumer une responsabilité et des coûts de traitement à long terme.

Effluents alcalins : Comme plusieurs procédés de séparation du minerai, en particulier la méthode par flottation, atteignent une efficacité maximale en milieu alcalin, on emploie des additifs chimiques pour faire grimper le pH, parfois jusqu'à 10 ou 11, au cours du procédé. C'est pourquoi les effluents d'installations de traitement du minerai sont souvent alcalins, même au point de rejet final. En certains endroits, il faut rajuster le pH pour réduire l'alcalinité de l'effluent avant de le rejeter.

Lixiviation des métaux : Les eaux usées des installations d'extraction et de traitement du minerai peuvent renfermer des métaux présents à l'état naturel dans la roche. Comme la plupart des métaux se dissolvent plus facilement dans l'eau à faible pH, la concentration de métaux est souvent élevée dans le drainage acide. La lixiviation des métaux peut cependant se produire dans certains cas où le drainage acide n'est pas préoccupant.

Cyanure : Le cyanure sert à récupérer l'or dans plusieurs installations de traitement de minerai d'or. Une partie du cyanure est réinjectée dans le procédé, mais le reste est rejeté dans les résidus miniers. C'est pourquoi les eaux usées d'installations minières dotées d'unités de cyanuration peuvent renfermer du cyanure et un certain nombre de composés cyanurés.

Comme certains circuits de séparation par flottation utilisent aussi de petites quantités de cyanure, des composés cyanurés sont parfois présents dans l'effluent des résidus miniers de certaines unités de flottation de métaux communs.

Ammoniac : L'effluent des exploitations minières peut renfermer de l'ammoniac résultant de l'utilisation de nitrate d'ammonium et de mazout (ANFO) comme explosif. Tout déversement de nitrate d'ammonium lors des préparatifs des sautages ou tout résidu laissé par la suite risque de contribuer à accroître la concentration d'ammoniac dans les eaux usées. La décomposition des déchets cyanurés peut aussi produire de l'ammoniac.

Solides en suspension : L'effluent peut renfermer des solides en suspension, que ce soient des matières colloïdales (non décantables) ou décantables. Le rejet d'effluents à forte teneur en solides en suspension risque d'occasionner tout un éventail de problèmes dans les milieux aquatiques comme par exemple en entravant l'absorption de l'oxygène par les poissons et en diminuant la luminosité disponible pour les plantes aquatiques. Selon la composition des solides en suspension, la décantation peut aussi entraîner la contamination des sédiments, surtout s'il s'agit de métaux.

Thiosels : Les thiosels sont des composés d'oxyde de sulfure incluant le thiosulphate ($S_2O_3^{2-}$) et les polythionates ($S_xO_6^{2-}$), lesquels se forment lorsqu'une oxydation partielle survient lors du broyage et de la flottation de certains minerais sulfurés en milieu alcalin. Le problème des thiosels tient à leur capacité à s'oxyder dans l'eau pour former de l'acide sulfurique qui abaisse le pH des eaux réceptrices et a une incidence sur la mobilité des métaux, ce qui pourrait avoir des conséquences importantes sur les organismes aquatiques qui y vivent.

3.3.4 ENTREPOSAGE DES RÉSIDUS MINIERES

Lorsqu'on planifie l'entreposage des stériles et des résidus miniers, on peut prévoir les risques de lixiviation des métaux et de drainage acide et en tenir compte dans la conception des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers.

S'il existe un risque de drainage acide, plusieurs méthodes peuvent être employées pour prévenir ou limiter ce phénomène. Selon le NEDEM¹, le confinement subaquatique est la méthode la plus efficace pour prévenir le drainage acide. L'entreposage des stériles ou des résidus miniers sous l'eau a pour effet de réduire de manière importante l'exposition des matériaux à l'oxygène. Les réactions d'oxydation étant réduites, il en résulte donc une diminution quant au risque de drainage acide de même que du problème lié à la lixiviation des métaux.

S'il est impossible de prévenir le drainage acide, on peut employer plusieurs méthodes, seules ou combinées, pour le limiter :

- les couvertures sèches, qui limitent l'infiltration d'eau par l'alternance de couches de matériaux plus ou moins poreux;
- les couvertures sèches faites de matériaux innovateurs, comme les boues d'épuration stabilisées à la chaux ou les boues d'usines de pâtes et papiers;
- les géomembranes imperméables qui empêchent l'infiltration du drainage acide dans les matériaux sous-jacents;
- la congélation des stériles ou des résidus miniers en milieu pergélisolé;
- l'ajout direct de chaux ou d'une autre substance alcaline;
- le relèvement de la nappe aquifère pour empêcher la production d'acide sous la nappe aquifère;
- l'utilisation des résidus miniers comme matériaux de remblayage dans la mine ou leur entreposage dans les mines à ciel ouvert épuisées.

Entreposage des stériles et des résidus miniers

La production de stériles et de résidus miniers a lieu tout au long de la phase d'exploitation de la mine, et ces deux produits génèrent des effluents. L'effluent des stériles est souvent dirigé vers l'aire d'entreposage des résidus miniers, où il subit un traitement avant d'être définitivement rejeté, mais il arrive aussi qu'il aboutisse dans des installations de traitement distinctes.

Dans la gestion des résidus miniers, il faut d'abord et avant tout prévenir ou limiter le rejet de contaminants susceptibles d'avoir de graves répercussions sur l'environnement. L'infiltration d'eau souterraine est également préoccupante dans les haldes de stériles et des parcs à résidus miniers, puisqu'elle peut éventuellement s'accompagner d'un rejet de contaminants à travers une couche de fondation perméable ou une autre instabilité du sol.

La défaillance d'une digue ou d'un autre ouvrage de confinement employé pour gérer les résidus miniers pourrait avoir de graves répercussions sur l'environnement et présenter des risques majeurs pour la santé humaine.

Gestion des boues de traitement

On traite souvent le drainage acide par l'ajout de chaux, un procédé qui laisse une boue comme sous-produit. Cette boue, de composition variable, peut renfermer divers métaux. Le volume de boue produite est considérable, excédant parfois le volume des résidus miniers produits au cours du cycle de vie de la mine. En général, on entrepose les boues sur place, mais il arrive aussi qu'on les envoie à une fonderie, où elles sont recyclées.

L'incertitude persiste quant à la stabilité chimique à long terme de plusieurs boues; elles risquent éventuellement de devenir une nouvelle source de rejet de métaux.

3.3.5 GESTION DES EAUX

La principale préoccupation environnementale de la plupart des mines de métaux du Canada réside dans la gestion des eaux et des eaux usées. Pour être efficaces, les programmes de gestion des eaux peuvent comprendre la prise de mesures aux fins suivantes :

- séparer l'eau propre de l'eau contaminée afin de réduire les exigences en matière de traitement des effluents;
- contrôler et régler les problèmes d'exfiltration des ouvrages de confinement des résidus miniers;
- réduire l'utilisation de l'eau;
- recycler l'eau pour la réutiliser dans les procédés de traitement;

¹ Manuel du NEDEM, volume 4, Prévention et contrôle, février 2001, NEDEM 5.4.2d

- réduire les répercussions sur le régime des eaux souterraines.

Parmi les mesures utiles pour la gestion des eaux figurent les fossés de drainage destinés à détourner les eaux extérieures au site, ainsi que les fossés de drainage et les dérivations visant à contrôler l'écoulement et à prévenir la contamination de l'eau sur le site afin d'empêcher les eaux contaminées de quitter le site avant d'être traitées.

3.3.6 PRÉOCCUPATIONS RELATIVES À LA QUALITÉ DE L'AIR

Les répercussions des activités minières sur la qualité de l'air sont surtout associées au rejet de particules dans l'air. L'utilisation de véhicules et de génératrices peut aussi causer l'émission de gaz à effet de serre et de divers polluants atmosphériques, dont des oxydes de soufre et d'azote, du monoxyde de carbone et des particules.

Le rejet de particules dans l'air peut résulter de diverses activités, notamment les sautages, le concassage, le chargement, le transport par véhicules motorisés et par convoyeurs. Les mines à ciel ouvert, les haldes de stériles, les parcs à résidus miniers et l'entreposage en tas représentent des sources potentielles de particules aéroportées.

Voici quelques méthodes courantes pour réduire au minimum les émissions de particules aéroportées :

- arroser les matériaux pour maintenir un niveau d'humidité superficielle suffisant;
- stabiliser la surface des matériaux en la vaporisant avec des produits chimiques acceptables au point de vue environnemental;
- rétablir la végétation de certains secteurs du site minier qui ne seront plus perturbés dans l'avenir;
- limiter le dépôt ou le transfert des matériaux;
- recouvrir les bennes ou les wagons pour réduire au minimum les rejets durant le transport des matériaux;
- sur les surfaces non asphaltées, imposer des limites de vitesse suffisamment basses pour réduire au minimum la poussière soulevée par les véhicules, compte tenu des conditions météorologiques locales;
- employer des silos, des trémies ou d'autres bâtiments d'entreposage du minerai ou du concentré afin d'éliminer les problèmes de poussière et de positionner les matériaux en vue du chargement ou du transfert;
- employer des convoyeurs abrités ou intérieurs;
- employer des dépoussiéreurs à sacs filtrants ou électriques aux sources de rejet ponctuelles, comme les cheminées des séchoirs de concentré;
- recouvrir les dépôts en tas et les autres matériaux susceptibles de produire des rejets;
- interrompre temporairement l'exploitation si les conditions météorologiques provoquent une hausse inacceptable des risques de rejet important de particules dans l'air.

3.3.7 PRÉOCCUPATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT TERRESTRE

Effets sur les végétaux

Le décapage des affleurements dans le cadre de l'exploration et le défrichage du site en vue de la construction de la mine peuvent avoir des répercussions majeures à l'échelle locale sur les communautés végétales. En outre, comme ces communautés constituent des habitats fauniques, leur destruction peut entraîner la disparition d'aires de reproduction locales, de corridors fauniques ou d'autres éléments essentiels pour la faune locale. La contamination résultant de l'exploitation minière risque aussi de toucher les végétaux terrestres. En effet, les émissions de particules aéroportées et les exfiltrations d'eau souterraine ou de surface peuvent transporter des métaux vers les écosystèmes terrestres voisins du site minier.

Dans certains cas, l'assimilation des contaminants provenant des sols dans les régions minières peut contribuer à perturber la végétation. Dans ces cas, la végétation pourrait cesser de croître ou croître difficilement.

Effets sur la faune

L'exploitation minière peut avoir des répercussions sur les espèces fauniques en raison de la dégradation ou de la destruction de l'habitat. Les activités minières risquent par exemple de perturber les voies de

migration, les aires de reproduction ou les aires de nidification. Elles peuvent aussi affecter certaines espèces qui ont une valeur culturelle significative pour les communautés locales. Dans tous les cas, la plupart des grands mammifères sont chassés des sites miniers et des installations connexes. À long terme, certaines grandes espèces souffrent peu de ces déplacements, mais d'autres risquent de subir des contrecoups, plus ou moins majeurs selon l'espèce et l'importance de la perte d'habitat pour cette espèce.

À l'inverse, certaines espèces fauniques seront attirées par les sites miniers, surtout si la gestion des déchets alimentaires et des autres déchets susceptibles de les attirer fait défaut. Il peut s'ensuivre une augmentation des interactions entre humains et animaux, ce qui oblige à déplacer ou à éliminer les animaux dangereux pour les personnes qui travaillent sur le site.

À l'instar des végétaux, les animaux sauvages terrestres peuvent aussi être affectés par la contamination engendrée par les activités minières. Les sources de nourriture, notamment, peuvent devenir contaminées; certains contaminants, en particulier les métaux, se concentrent en remontant la chaîne alimentaire.

3.3.8 ACTIVITÉS DE FERMETURE PROGRESSIVE DE LA MINE DURANT LA PHASE D'EXPLOITATION

L'extraction du minerai et les autres activités minières perturbent souvent de vastes superficies de sol. Si on omet de les stabiliser, les zones perturbées peuvent être sujettes à l'érosion éolienne et hydrique, ce qui risque de causer le soulèvement de poussières et des problèmes de qualité de l'eau dus à la sédimentation.

Durant la phase d'exploitation de la mine, on peut procéder à la remise en état du paysage, par exemple en réaménageant et en reprofilant le terrain ou en adoptant des mesures de lutte contre l'érosion. En plus de réaménager ou de modifier le relief, on peut aussi refaçonner le paysage en utilisant les sols mis en réserve pour rétablir la structure du sol et procéder au reverdissement.

3.4 FERMETURE DE LA MINE

À la fermeture de la mine, il faut viser les objectifs suivants :

- assurer la sécurité du public et des animaux sauvages en obturant les puits de mine et en empêchant tout accès par inadvertance aux ouvertures et autres infrastructures de la mine;
- prévoir un entreposage stable et à long terme des stériles et des résidus miniers;
- assurer l'autosuffisance du site et prévenir ou atténuer les effets environnementaux;
- remettre les zones perturbées en état, en fonction de leur utilisation prévue (p. ex. ramener les terrains perturbés à l'état naturel ou à un état permettant une autre utilisation acceptable).

Parmi les considérations environnementales relatives à la phase de fermeture de la mine, plusieurs sont communes à tous les types de mines de métaux. Certaines autres, par contre, touchent particulièrement certains sites, comme la décontamination des déchets radioactifs des mines d'uranium. Le tableau 3.4 présente un résumé des aspects à prendre en compte dans la phase de fermeture de la mine.

□ **TABLEAU 3.4 : ASPECTS À PRENDRE EN COMPTE DANS LE PLAN DE FERMETURE D'UNE MINE**

Éléments	Aspects à prendre en considération
Mines souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Obturation des puits de mine, des puits inclinés, des descenderies et des puits de ventilation pour empêcher tout accès non autorisé • Effets de l'exfiltration en provenance du remblai • Drainage acide • Formation de bouchons de glace potentiellement instables
Mines à ciel ouvert	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité des talus et des bancs • Gestion des eaux souterraines et des eaux pluviales • Sécurité et accès non autorisé • Risques de piégeage des animaux sauvages • Effets du drainage dans la mine et en provenance de la mine
Installations de traitement du minerai	<ul style="list-style-type: none"> • Démantèlement des bâtiments et des fondations • Nettoyage des ateliers, des carburants et des réactifs • Élimination des matériaux de rebut • Reprofilage et reverdissement du site
Haldes de stériles	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité des talus • Effets de la lixiviation et du drainage sur l'eau souterraine et de surface • Production de poussières • Apparence visuelle • Considérations particulières à certains types de mines, comme les mines d'uranium
Parcs à résidus miniers	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité de la digue • Modifications géochimiques des résidus miniers • Effets d'exfiltration au-delà de la digue et à la base de l'installation • Gestion et rejet de l'eau de surface • Production de poussières • Accès et sécurité • Risques de piégeage des animaux sauvages • Considérations particulières à certains types de mines, comme les mines d'uranium
Installations de gestion des eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en état ou enlèvement des barrages, réservoirs, bassins de décantation, ponceaux, canalisations et déversoirs devenus inutiles • Drainage superficiel du site et rejet de l'eau de drainage • Entretien des installations de gestion des eaux
Sites d'enfouissement ou installations d'entreposage des déchets	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination ou transport des déchets dangereux hors du site • Élimination et stabilisation des boues de traitement • Démantèlement de la station de traitement des eaux usées • Prévention de la contamination de l'eau souterraine • Prévention des déversements illégaux • Sécurité et accès non autorisé
Infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Démantèlement des infrastructures d'approvisionnement en eau et en électricité • Démantèlement des routes et des voies d'accès • Réutilisation des garages et des dépôts d'approvisionnement

4

PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE RECOMMANDÉES

Dans la présente section, les pratiques exemplaires de gestion environnementale et les mesures d'atténuation recommandées pour atténuer les préoccupations environnementales associées aux diverses phases du cycle de vie d'une mine sont présentées. Ces recommandations s'inspirent des normes réglementaires et autres publiées par divers organismes.

L'objectif général du Code est de recommander et de promouvoir des pratiques exemplaires qui facilitent et encouragent l'amélioration continue de la performance environnementale des installations minières tout au long de leur cycle de vie, au Canada comme à l'étranger.

Pour adapter les recommandations à la situation particulière de chaque mine, il faudra parfois adopter des pratiques non mentionnées dans le Code, mais qui assurent un niveau de protection de l'environnement équivalent ou supérieur. Tous les règlements municipaux, provinciaux, territoriaux, autochtones, fédéraux ou autres qui visent le site minier doivent être respectés, le cas échéant.

Le Code recommande des outils de gestion environnementale à utiliser tout au long du cycle de vie de la mine, de même que certaines pratiques qui visent précisément chacune des phases du cycle de vie. Cependant, certaines pratiques recommandées s'appliquent à plus d'une phase. Le Code présente ces pratiques dans la phase où la préoccupation visée est la plus importante, tout en mentionnant la possibilité de les appliquer à d'autres phases du cycle de vie de la mine.

Signalons que, dans la présente section, le terme « mine » employé au sens large désigne à la fois une installation minière autonome, une installation autonome de préparation du minerai et une installation intégrée d'extraction et de préparation du minerai.

4.1 OUTILS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE RECOMMANDÉS

Dans le contexte du Code de pratiques, les outils de gestion environnementale peuvent être décrits comme une série organisée d'activités, de mesures, de procédés et de procédures qui excèdent les exigences réglementaires et visent à aider les propriétaires et les exploitants de mines à faire en sorte que leurs activités aient le moins possible de répercussions sur l'environnement. Élaborés et mis en œuvre de façon efficace, les outils de gestion environnementale recommandés dans la présente section contribueront à faciliter l'amélioration continue de la performance environnementale globale des activités minières, en donnant une perspective systématique d'ensemble de tous les aspects de la gestion environnementale.

Les recommandations présentées ci-dessous tiennent compte des politiques, des principes et des engagements proposés par Environnement Canada, le Conseil canadien des ministres de l'environnement, les provinces et les territoires, l'Association minière du Canada et d'autres organisations. Les recommandations s'appliquent à chacune des phases du cycle de vie d'une mine et devraient être mises en œuvre de manière appropriée selon l'importance du degré et du potentiel des incidences environnementales propre à chaque phase du cycle de vie de la mine.

4.1.1 ÉNONCÉ DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

R 101 : Toute société qui possède ou exploite une mine de métaux ou qui entreprend des activités d'exploration doit élaborer et appliquer son propre énoncé de politique environnementale, dans lequel elle prend les engagements suivants :

- améliorer continuellement ses mesures et pratiques de protection de l'environnement;
- autant que possible, mettre l'accent sur la prévention plutôt que sur le traitement de la pollution;

- respecter les lois et les règlements environnementaux pertinents, ainsi que les autres exigences dictées notamment par les politiques et les pratiques de gestion exemplaires des associations industrielles auxquelles souscrit la mine de métaux;
- tenir à jour la politique environnementale, la communiquer à tous les employés et en diffuser les éléments pertinents aux entrepreneurs qui œuvrent sur le site;
- rendre publique la politique environnementale.

L'énoncé de politique environnementale consiste en une série de buts et de principes fondamentaux qui encadrent les engagements d'une société en matière d'environnement. Il permet de donner une vision unificatrice des principes environnementaux, d'orienter les activités de la société et d'exprimer publiquement ces principes. C'est sur l'énoncé de politique environnementale que se fondent et s'articulent les pratiques et les plans environnementaux détaillés.

4.1.2 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

R 102 : Les promoteurs de projets miniers et les propriétaires ou exploitants de mines existantes doivent consulter les organismes de réglementation et d'évaluation environnementale fédéraux et provinciaux ou territoriaux aux toutes premières étapes du processus de planification afin de déterminer si le projet proposé doit faire l'objet d'une évaluation environnementale.

Les sociétés qui proposent de construire de nouvelles installations ou de modifier ou d'agrandir de façon importante des installations existantes doivent suivre les principes d'évaluation environnementale. Les promoteurs peuvent consulter le « Guide de référence : Déterminer la probabilité des effets environnementaux négatifs importants d'un projet, rédigé aux termes de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, » ou d'autres documents pertinents sur les lois provinciales ou territoriales.

L'évaluation environnementale, ou étude d'impact, est un outil de planification et de gestion environnementale qu'on utilise pour prévoir, analyser et interpréter les effets d'un projet sur l'environnement et pour

déterminer les mesures à prendre en vue d'éviter ou, à tout le moins, d'atténuer les effets néfastes. La plupart des nouvelles mines et certains projets d'agrandissement de mines existantes sont assujettis à l'évaluation environnementale aux termes de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, d'une loi provinciale ou territoriale, ou des deux. Pour connaître les renseignements exigés et faciliter la tenue d'une évaluation environnementale efficace et productive, il convient de contacter les organismes de réglementation sans tarder.

L'évaluation environnementale de même que le suivi environnemental et la vérification des prévisions faites lors de l'évaluation environnementale rendent possible l'intégration systématique de la rétroaction, et permettent ainsi de mettre à profit de l'expérience passée pour continuellement améliorer le processus et mieux être informé lorsque viendra le temps d'évaluer de nouveaux projets.

Études préliminaires

R 103 : Les données recueillies sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol, sur les écosystèmes aquatiques et terrestres et sur l'eau souterraine ainsi que les autres données environnementales recueillies dans le cadre des études préliminaires de préexploitation associées à l'étude d'impact environnemental doivent l'être de façon à permettre la comparaison avec les données de surveillance qui seront recueillies à une étape ultérieure du cycle de vie de la mine. Les données doivent être recueillies et analysées de manière à permettre d'identifier des tendances à long terme, les changements périodiques et les variances dans les rythmes de changement.

Les données de référence et historiques peuvent être comparées aux données de surveillance recueillies à une étape ultérieure du cycle de vie de la mine, afin d'évaluer tout changement des conditions environnementales par rapport aux conditions qui régnaient avant le début des activités d'exploitation minière.

4.1.3 GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

R 104 : Des procédures de gestion des risques environnementaux propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre conformément aux directives données dans les guides suivants :

- CAN/CSA-Q634-M91 – Exigences et guide pour l'analyse des risques;
- CAN/CSA-Z763-96 – Introduction to Environmental Risk Assessment Studies.

La gestion des risques implique donc l'identification des risques et l'application de mesures de contrôle afin de réduire ou d'éliminer ceux qui sont inacceptables. Une brochure intitulée *Environmental Risk Management* (1999), qui fait partie d'une série de publications sur les meilleures pratiques de gestion en exploitation minière produites par le gouvernement australien, fournit une bonne description de la gestion des risques environnementaux dans les exploitations minières. Selon ce document, la gestion des risques environnementaux est un processus itératif qui comprend :

- l'application systématique de politiques, de procédures et de pratiques visant à identifier les dangers;
- la détermination des conséquences de ces dangers;
- l'estimation quantitative ou qualitative des niveaux de risque;
- l'évaluation de ces niveaux de risque selon des critères et des objectifs pertinents;
- la prise de décision afin de minimiser les risques recensés.

4.1.4 SYSTÈMES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE

R 105 : Des systèmes de gestion environnementale (SGE) propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre, maintenus et tenus à jour conformément à un système ou à une norme reconnue à l'échelle nationale, comme la norme ISO 14001 de l'Organisation internationale de normalisation. Les systèmes de gestion environnementale doivent servir à gérer tous les aspects environnementaux des activités et des opérations que l'entreprise contrôle et peut raisonnablement influencer. Les éléments suivants doivent faire partie du SGE :

- une définition claire des objectifs et des cibles visés pour respecter la politique

environnementale de la société;

- la responsabilisation à l'égard des mesures environnementales dans tous les secteurs de la société;
- l'énoncé de procédures visant à traduire la politique environnementale par des pratiques quotidiennes;
- la surveillance, le suivi et la vérification du système;
- la mise en œuvre de mesures d'amélioration continue.

Dans une mine, les systèmes de gestion environnementale (SGE) peuvent servir à gérer tous les aspects environnementaux, tout au long du cycle de vie de la mine, de façon pleinement intégrée à toutes les autres considérations de gestion. Le SGE présente une méthode structurée permettant de respecter la politique environnementale de la mine par un système continu de planification, de mise en œuvre, de vérification, de mesures correctives et de revue de direction. Ce processus de rétroaction favorise l'amélioration continue jusqu'à l'atteinte des objectifs et des cibles visés et le respect de la politique environnementale durant tout le cycle de vie de la mine.

L'élaboration, la mise en œuvre et la mise à jour continue d'un SGE exhaustif, assorti d'examen ou d'audits réguliers et d'un plan d'amélioration continue, conviennent parfaitement à l'exploitation minière, puisque les changements physiques inhérents à cette activité entraînent un réel besoin de mettre à jour les plans de remise en état et les autres pratiques de gestion.

4.1.5 PLANS DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

R 106 : Des plans de prévention de la pollution propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et tenus à jour conformément aux « Directives pour la mise en œuvre des dispositions relatives aux plans de prévention de la pollution de la partie 4 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* [LCPE (1999)], » publiées par Environnement Canada en 2001.

L'élaboration d'un plan de la prévention de la pollution est une méthode systématique et exhaustive pour définir les options en vue d'empêcher ou de réduire

au minimum la production de polluants ou de déchets. Le plan de prévention de la pollution peut viser un ou plusieurs polluants. Il doit être adapté aux besoins de la mine et faire partie intégrante du plan d'affaires et du plan opérationnel.

En soi, le processus de planification de la prévention de la pollution comporte même certains avantages et résultats. En voici quelques exemples :

- une planification soignée permet de choisir et de mettre en œuvre les options de prévention de la pollution les plus rentables;
- une planification systématique permet de fixer des objectifs et des activités de prévention de la pollution conformes aux objectifs et aux activités définis dans le processus de planification générale de l'organisation;
- une planification efficace de la prévention de la pollution éclaire et facilite l'analyse élargie des investissements en planification d'entreprise ainsi que la prise de décision;
- un plan de prévention de la pollution bien documenté est parfois exigé pour obtenir des taux de financement ou d'assurance préférentiels;
- la planification de la prévention de la pollution aide à déterminer les risques et peut s'intégrer à d'autres activités de planification, y compris celles qui ont trait aux systèmes de gestion environnementale et aux urgences.

4.1.6 PLANS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE

R 107 : Des plans de gestion environnementale propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour tout au long du cycle de vie de la mine. Ces plans doivent comprendre à tout le moins une description des éléments suivants :

- des renseignements sur le propriétaire ou l'exploitant de la mine et sur la mine elle-même, y compris une description des méthodes d'extraction et de traitement du minerai et de l'emplacement géographique du site minier;
- l'énoncé de politique environnementale de la société;
- les exigences en matière de performance environnementale;
- les programmes de gestion de la qualité de l'air;
- les programmes de gestion de la qualité de l'eau;

- les programmes de gestion des résidus miniers et des stériles;
- les programmes de gestion des terres;
- le plan de prévention de la pollution;
- la gestion des ordures ménagères et autres déchets;
- les cibles et les objectifs environnementaux ainsi que le calendrier prévu pour les atteindre;
- les programmes de gestion environnementale et les audits;
- les relations avec les parties intéressées, y compris les collectivités environnantes;
- la procédure de communication avec les organismes de réglementation et les parties intéressées;
- l'examen périodique de l'efficacité et de l'amélioration continue du plan de gestion environnementale.

En tablant sur les systèmes de gestion environnementale (SGE), le Plan de gestion environnementale (PGE) décrit les mesures qu'une installation minière prend ou doit prendre afin :

- de déterminer son impact sur l'environnement;
- de se conformer aux règlements;
- d'assurer le suivi de ses activités de gestion environnementale;
- d'atteindre ses cibles et objectifs environnementaux.

Le PGE présente les principaux éléments de la gestion environnementale, dont la politique environnementale, les compétences, les normes d'intervention et les meilleures pratiques de gestion (MPG) pertinentes, la tenue de registres, la divulgation, les communications, la formation, la surveillance et les mesures correctives.

4.1.7 INDICATEURS DE PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

R 108 : Des indicateurs de performance environnementale propres au site doivent être élaborés afin de faciliter le suivi de la performance environnementale globale des installations minières par des mesures bien compréhensibles de la performance et des effets environnementaux des installations.

Les indicateurs de performance environnementale (p. ex. qualité des eaux réceptrices, population des différentes espèces fauniques) fournissent des points de référence pour la mesure de la performance environnementale. Ils peuvent être élaborés afin de mesurer la performance des installations environnementales, les rejets dans l'environnement et les impacts environnementaux. Ils tiennent compte des normes environnementales et des objectifs relatifs pertinents à la qualité de l'environnement. Ils peuvent aussi inclure des mesures économiques afin de faciliter l'établissement de liens entre la performance environnementale et les résultats économiques.

4.1.8 SURVEILLANCE ET INSPECTION DES INSTALLATIONS DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

R 109 : Des plans propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour aux fins de la surveillance et de l'inspection des installations et de l'infrastructure environnementales du site. Ces plans doivent notamment comprendre :

- la documentation des procédures de surveillance et d'inspection de chaque installation environnementale du site, y compris l'équipement de lutte contre les émissions atmosphériques; les installations de gestion des eaux et de traitement des eaux usées; les installations de transport, de manutention, d'entreposage et de confinement des substances chimiques; les installations de manutention et de traitement des déchets; et les instruments de surveillance et de contrôle de la qualité de l'air et de l'eau;
- un calendrier documenté de surveillance et d'inspection, indiquant notamment la durée prévue des activités de surveillance et d'inspection, ainsi que les méthodes à employer;
- l'identification des personnes chargées de réaliser la surveillance et l'inspection et le suivi des résultats des inspections;
- la documentation de la procédure de communication des résultats de la surveillance et de l'inspection à la direction de la société et aux organismes de réglementation;
- la documentation de la procédure du suivi des rapports de surveillance et d'inspection;
- la procédure d'examen et de mise à jour

périodiques des plans de surveillance et d'inspection;

- les procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ).

Il est essentiel d'effectuer une surveillance et une inspection continues des installations environnementales pendant tout le cycle de vie d'une mine. La surveillance sert à déterminer si les installations fonctionnent comme prévu, tandis que l'inspection permet de vérifier l'état des installations et de repérer précocement tout signe de détérioration.

4.1.9 SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

R 110 : La surveillance de l'environnement doit comprendre les éléments suivants :

- la surveillance des rejets environnementaux dans l'atmosphère, l'eau et le sol;
- la surveillance des indicateurs de performance environnementale, y compris la qualité de l'air et de l'eau ainsi que les espèces et les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Il faut élaborer, mettre en œuvre et tenir à jour tout au cours du cycle de vie de la mine des plans de surveillance de l'environnement propres au site qui décrivent les éléments suivants :

- toutes les activités de surveillance de l'environnement et les rapports environnementaux requis aux termes des règlements et permis pertinents;
- toutes les activités de surveillance de l'environnement et les rapports environnementaux prévus en plus de ce qu'exigent les règlements et les permis;
- les normes environnementales et les objectifs de qualité environnementale qui s'appliquent, par exemple les normes ou les objectifs de qualité de l'eau ou de l'air;
- un calendrier de surveillance des activités;
- la procédure d'échantillonnage, les exigences relatives à la conservation des échantillons et les méthodes d'analyse employées;
- la procédure de comparaison des résultats de la surveillance aux normes environnementales et aux objectifs de qualité environnementale pertinents;
- les mesures à prendre en cas de dépassement

des exigences fixées dans les règlements ou les permis;

- la procédure de communication des résultats de la surveillance à la direction de la société, aux organismes de réglementation et au grand public;
- la procédure de suivi des rapports de surveillance;
- la procédure d'examen et de mise à jour périodiques des plans de surveillance de l'environnement;
- les procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ).

R 111 : La surveillance environnementale devrait inclure des plans précis pour mesurer et vérifier tous les effets et aboutissements qui avaient été prévus lors de l'évaluation environnementale.

La surveillance de l'environnement regroupe les activités d'identification, d'observation et de suivi des rejets d'une exploitation minière dans l'environnement et des impacts possibles sur l'environnement. La surveillance est essentielle à l'évaluation de la performance environnementale et on peut en utiliser les résultats afin d'assurer l'amélioration continue de la performance environnementale.

Les organismes de réglementation exigent que certaines activités de surveillance de l'environnement soient effectuées. Toutefois, la surveillance volontaire, au-delà des exigences des organismes de réglementation, peut aider à prévenir la pollution et à améliorer continuellement la performance en permettant d'identifier les risques et d'éviter les problèmes avant qu'ils ne surviennent. Les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement publiées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) établissent des objectifs de qualité pour les écosystèmes atmosphériques, aquatiques et terrestres, qui reposent sur des données scientifiques et sont reconnus à l'échelle nationale.

Suivi des effets cumulatifs

R 112 : Les plans de surveillance de l'environnement doivent comprendre des mesures d'évaluation des éventuels effets cumulatifs. L'évaluation des effets cumulatifs associés aux travaux préparatoires et à l'exploitation d'une mine doit commencer aussitôt que

possible au cours du cycle de vie de la mine et tenir compte des éléments suivants :

- les lois qui s'appliquent en matière d'évaluation des effets cumulatifs;
- les activités possibles à proximité des installations minières, y compris l'infrastructure, et susceptibles de contribuer aux effets cumulatifs;
- les activités de surveillance déjà en place, y compris toute activité existante liée à l'évaluation des effets cumulatifs.

Les effets cumulatifs sont les effets qui résultent d'une activité lorsque celle-ci est combinée à d'autres activités passées, présentes ou pouvant raisonnablement être envisagées pour l'avenir. Par exemple, des effets cumulatifs peuvent être causés par :

- l'exploitation de plusieurs mines à proximité les unes des autres;
- l'exploitation d'une mine près d'une autre installation industrielle, comme une usine de pâtes et papiers;
- l'exploitation d'une mine dans une zone historiquement marquée par l'activité industrielle.

Dans le Nord, par exemple, les effets cumulatifs de l'exploitation minière et des activités d'exploration sur les troupeaux de caribous suscitent des préoccupations.

R 113 : Lorsque les activités de surveillance environnementale identifient un effet ou un changement qui n'avait pas été prévu ou encore était considéré comme étant inacceptable, des mesures de surveillance additionnelles devraient être mises en œuvre pour déterminer la cause.

4.1.10 SAVOIR ÉCOLOGIQUE TRADITIONNEL

R 114 : Dans la mesure du possible, l'évaluation et la surveillance environnementales doivent prendre en compte le savoir écologique traditionnel, lequel devrait aussi être intégré aux aspects pertinents de la planification et de la gestion environnementale.

Au moment de recueillir les connaissances écologiques traditionnelles et de les intégrer à la gestion environnementale, les propriétaires et exploitants de mines doivent veiller à :

- respecter la propriété, la source et l'origine des

connaissances, ainsi que les besoins et la sensibilité de leurs détenteurs, et obtenir l'autorisation de ces derniers avant d'utiliser ou de disséminer ces connaissances;

- établir une relation de confiance avec les détenteurs de savoir écologique traditionnel;
- collaborer à des projets d'intérêt commun et profitables à tous;
- favoriser une bonne communication entre les partenaires;
- fournir à la collectivité des connaissances à valeur ajoutée sous forme de produits et de services utiles (p. ex. des rapports).

Le savoir écologique traditionnel est un savoir qui découle d'une longue occupation du territoire. En plus d'une compréhension globale des systèmes environnementaux et d'une connaissance des techniques de récolte appropriées, le savoir écologique traditionnel inclut des renseignements qualitatifs sur les animaux, les plantes et d'autres phénomènes naturels.

Le savoir écologique traditionnel peut être une source importante d'informations pour compléter les renseignements obtenus à l'aide de la surveillance de l'environnement.

4.1.II PLANIFICATION DES MESURES D'URGENCE

R 115 : Des plans d'urgence environnementale propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre, puis mis à l'essai et mis à jour à intervalles réguliers. Ces plans doivent respecter les exigences établies par la loi, telles que celles définies en vertu du *Règlement sur les urgences environnementales* et de celles du *Règlement sur les effluents des mines de métaux*. En outre, le plan doit respecter les Lignes directrices pour la mise en application de la partie 8 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* – Plans d'urgence environnementale, d'Environnement Canada.

Toutefois, la portée des plans d'urgence environnementale doit être large et complète en soit et aller au-delà des exigences réglementaires tout particulièrement en ce qui a trait à l'identification des dangers, à l'analyse des risques et des conséquences ainsi qu'à la participation de la collectivité et aux communications. À cet effet, les différentes

composantes de la planification des mesures d'urgence devraient aussi être conformes avec les directives contenues dans des guides reconnus, comme l'*Awareness and Preparedness for Emergencies at a Local Level (APELL) for Mining* (United Nations Environmental Programme, 2001).

Les installations minières peuvent être le théâtre d'une grande diversité d'urgences environnementales : déversements de carburant ou d'autres matières dangereuses, contamination de l'air par des substances volatiles, rejets de résidus miniers, rejets d'eaux usées non traitées. Une planification efficace des mesures d'urgence laissant une place à la formation et au contrôle peut contribuer à la prévention des urgences environnementales et à une intervention rapide et efficace en cas de problème. La planification des mesures d'urgence peut aussi favoriser la mise en place d'un système permettant de communiquer en temps opportun et de façon claire avec les personnes risquant d'être affectées.

En plus des exigences réglementaires, comme celles du *Règlement sur les effluents des mines de métaux* et du *Règlement sur les urgences environnementales*, des normes, comme la norme ISO 14001, établissent des procédures d'identification et de gestion des situations d'urgence. De plus, l'initiative *Awareness and Preparedness for Emergencies on a Local Level (APELL)* du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a produit des lignes directrices, comme celles du document cité dans la recommandation ci-dessus, qui facilitent la préparation de plans d'urgence environnementale par les gestionnaires d'installations minières, les organismes d'intervention d'urgence, les fonctionnaires et les collectivités locales. Les objectifs d'APELL sont :

- de fournir des renseignements aux membres intéressés de la collectivité sur les dangers que représente l'exploitation industrielle dans son voisinage et sur les mesures prises pour réduire les risques;
- d'examiner, de mettre à jour ou d'élaborer des plans d'urgence environnementale pour la zone locale;
- d'accroître la participation de l'industrie locale à la connaissance de la communauté et à la planification des mesures d'urgence;
- d'intégrer les plans d'urgence industriels aux

plans locaux d'urgence environnementale afin d'élaborer un plan global pour la collectivité en vue de traiter tous les types d'urgences;

- de faire participer les membres de la collectivité locale à la mise à l'essai, à l'évaluation et à la mise en œuvre du plan global d'urgence environnementale.

Les objectifs et la portée des recommandations contenues dans le document APELL sont d'une portée plus large que ce qu'exige la loi actuellement en vigueur, particulièrement en ce qui a trait à la participation de la collectivité et aux communications. Ainsi, la présente recommandation a pour but d'encourager les sociétés minières à aller au-delà des exigences des règlements en vigueur.

4.1.12 FORMATION ET SENSIBILISATION À L'ENVIRONNEMENT

R 116 : Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour définir les besoins de formation en environnement et faire en sorte que tout le personnel reçoive cette formation. Ainsi, les procédures doivent comprendre les éléments suivants :

1. une formation générale pour sensibiliser les employés et les fournisseurs de services, y compris les entrepreneurs, aux questions environnementales; la formation doit notamment traiter des éléments suivants, sans se limiter à ceux-ci :
 - le programme environnemental de l'organisation, y compris la politique environnementale et les pratiques environnementales pertinentes;
 - les obligations réglementaires;
 - les procédures en cas d'urgences environnementales, y compris la prévention et le signalement des déversements, les mesures d'intervention et la procédure d'évacuation;
2. un programme de formation en environnement comprenant :
 - une liste de tous les employés ayant besoin de formation en environnement et une catégorisation des groupes d'employés en fonction de la formation particulière requise;
 - pour chaque groupe d'employés, un aperçu de la formation en environnement requise,

des méthodes de formation à utiliser et de la fréquence de recyclage nécessaire;

3. la liste des compétences exigées des entrepreneurs et des auditeurs environnementaux.

Il est important d'assurer la formation et la sensibilisation en matière d'environnement de tous les employés et entrepreneurs présents sur le site, puisque presque tous les aspects de l'exploitation d'une mine peuvent avoir des répercussions sur l'environnement. Non seulement les employés directement responsables des aspects environnementaux d'une exploitation, mais tous les employés et les entrepreneurs présents sur le site, ont un rôle à jouer dans l'amélioration continue de la performance environnementale. Par exemple, les employés ayant à manipuler des explosifs sont essentiels à la prévention de la pollution associée à l'ammoniac.

Dans le cadre de son programme sur les meilleures pratiques de gestion en exploitation minière, le gouvernement australien a publié une brochure intitulée *Planning a Workforce Environmental Awareness Training Program* (1995), qui peut servir de guide dans ce domaine. Cette brochure identifie un certain nombre d'avantages possibles des programmes de formation et de sensibilisation en matière d'environnement :

- la connaissance de la gestion de l'environnement et l'engagement de la main-d'œuvre à tous les niveaux dans ce domaine;
- l'amélioration soutenue et mesurable de la performance environnementale des individus et des unités de l'entreprise;
- l'amélioration de la capacité de gérer les problèmes environnementaux futurs et de réduire au minimum les risques pour l'environnement;
- la compréhension accrue par les gestionnaires et les employés des impacts des activités sur l'environnement;
- le développement des connaissances des gestionnaires et des employés menant à des solutions écologiques rentables;
- la concentration de l'action des gestionnaires sur les secteurs ayant le plus grand impact et les plus grands risques pour l'environnement;
- la présentation d'une image responsable aux employés et à la collectivité;
- la réduction des risques d'accident environnemental.

4.1.I3 PLANIFICATION DE LA FERMETURE – CONCEPTION EN PRÉVISION DE LA FERMETURE

R 117 : L'élaboration des plans de fermeture doit débuter dès la phase de planification du projet de mine ou, dans le cas d'une mine existante, aussitôt que possible au cours du cycle de vie de la mine. Il faut prendre en considération et intégrer les plans de fermeture dans tous les aspects de la planification, de la construction et de l'exploitation de la mine afin de prévoir les aspects clés de la fermeture, et ce, tout au long du cycle de vie de la mine. Les plans doivent identifier les mesures à prendre au cours de la phase de l'exploitation en ce qui a trait à la remise en état progressive des zones affectées ou développées de la mine.

R 118 : Toute fermeture de mine doit être réalisée de façon à prévenir ou à minimiser les répercussions et les risques pour l'environnement et la santé humaine après la fermeture. Le plan de fermeture doit définir des objectifs propres au site pour la fermeture de la mine et l'utilisation prévue des terrains après la fermeture. Il doit décrire en détail les méthodes prévues de démantèlement et de récupération de toutes les composantes des installations minières, y compris :

- les installations d'extraction et de traitement du minerai;
- l'infrastructure du site;
- les installations de gestion des eaux et des déchets, y compris les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers.

La planification de la fermeture est un outil important de prévention ou de limitation des problèmes environnementaux susceptibles de survenir après la fermeture d'une mine. Plus tôt on commence à planifier en fonction de la fermeture, plus celle-ci a des chances d'être efficace et, dans plusieurs cas, être moins coûteuse. L'élaboration précoce de plans de fermeture peut également faciliter la remise en état progressive pendant la période d'exploitation de la mine et ainsi contribuer à prévenir la pollution.

La conception, la mise en œuvre et la gestion de tous les aspects des exploitations minières doivent prendre en compte leur fermeture, et ce, tout au long de leur cycle de vie.

Examen des plans de fermeture

R 119 : Tout au long du cycle de vie de la mine, les plans de fermeture doivent faire l'objet d'examen et de révisions, le cas échéant. Au fil du temps, on peut détailler davantage les plans pour y incorporer plus étroitement toutes les activités reliées à la mine et mieux prendre en compte l'état du site et les résultats de la surveillance. Les plans de fermeture peuvent aussi être révisés en fonction des éléments suivants :

- les résultats des activités de remise en état progressive;
- les résultats d'essais réalisés pour évaluer certains aspects particuliers du plan de fermeture;
- la réaction du public à un plan de fermeture proposé;
- une modification de l'exploitation de la mine, par exemple un changement du taux de production ou du type de minerai;
- un changement technologique, par exemple l'amélioration de la technologie de prévention ou de limitation du drainage acide;
- une modification des conditions économiques, par exemple le coût des intrants ou d'autres facteurs économiques reliés à la fermeture de la mine;
- les conditions imprévues ou néfastes qui surviennent au cours des phases de construction et d'exploitation du cycle de vie de la mine.

4.1.I4 AUDITS ENVIRONNEMENTAUX

R 120 : Il convient de réaliser périodiquement des audits environnementaux pour déterminer : a) si l'exploitation du site respecte la réglementation applicable et les exigences non réglementaires et d'entreprise pertinentes; b) si le SGE et les autres plans environnementaux sont correctement mis en œuvre et tenus à jour.

Les critères d'audit doivent inclure les recommandations du Code de pratiques et chaque audit doit prendre en compte les résultats des audits environnementaux antérieurs. Le choix de l'équipe d'audit doit être fait de façon objective, en fonction de la pertinence de l'expérience et de la formation des auditeurs.

L'élaboration et la mise en œuvre du programme d'audit doivent être conformes à la norme ISO 19011, *Lignes directrices relatives aux audits de systèmes de management de la qualité et/ou de management environnemental*.

Le processus d'audit environnemental sert à évaluer tous les aspects des activités de gestion de l'environnement d'une mine. L'étendue de l'audit varie selon le type et la taille de l'installation minière et les objectifs visés. En règle générale, les audits environnementaux ont pour objectif de déterminer et d'évaluer les responsabilités, les risques et les dangers possibles. On peut en utiliser les résultats afin d'identifier les domaines de la gestion environnementale devant être améliorés et de déterminer les coûts associés à une réduction des risques pour l'environnement et des responsabilités à des niveaux acceptables. Dans le cadre de son programme ISO 14000, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a élaboré des *Lignes directrices pour l'audit des systèmes de management de la qualité et/ou de management environnemental* (ISO 19011).

4.1.15 PARTICIPATION DU PUBLIC

R 121 : Des plans de participation du public propres au site doivent être élaborés, mis en œuvre et mis à jour tout au long du cycle de vie de la mine. Ces plans doivent décrire les mécanismes prévus pour recueillir les commentaires du public et y répondre. Ils doivent en outre :

- inclure une liste de personnes-ressources clés de la collectivité;
- décrire les mécanismes proposés pour informer le public que des renseignements sont disponibles incluant les mécanismes de diffusion et de réception de ces renseignements;
- décrire les mesures envisagées pour fournir des renseignements compréhensibles au public;
- inclure des mécanismes de rapport au public sur les activités de surveillance.

La participation du public a pour objectif d'assurer que les décisions en matière de planification et de gestion environnementales des mines résultent d'une consultation informée, générale et juste du public. Font partie du « public » les organisations non gouvernementales à vocation écologique, les collectivités autochtones, les groupes communautaires, les pêcheurs

commerciaux ou sportifs et toute personne intéressée. Il existe divers mécanismes de participation du public; les mécanismes retenus peuvent être appelés à changer selon l'évolution des relations avec la population. Le dialogue avec les différents intervenants doit débiter au début de la phase de planification et continuer tout au long du cycle de vie de la mine.

Comme les installations minières se trouvent souvent dans des régions éloignées à forte population autochtone, il est particulièrement important d'inciter les collectivités autochtones à prendre part aux activités de participation du public.

On trouvera plus de suggestions sur la participation du public au chapitre 10 du « Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement aquatique par les mines de métaux » (2002) préparé par Environnement Canada. On peut consulter également les « Sustainability Reporting Guidelines » (Lignes directrices relatives à la rédaction de rapports sur la durabilité) pour le secteur des mines et des métaux, de l'organisation Global Reporting Initiative.

4.1.16 GÉRANCE DES PRODUITS

R 122 : Des programmes de gérance des produits doivent être élaborés et mis en œuvre dans le but de minimiser les répercussions environnementales des produits employés et générés par la mine. Ces programmes doivent notamment prendre en compte les éléments suivants :

- les types de matériaux employés;
- les sources d'approvisionnement en matériaux;
- les sources et les types d'énergie employés;
- le type et la quantité de produits d'emballage;
- la gestion des sous-produits et des déchets de fabrication;
- le recyclage ou la réutilisation des récipients, ou le retour des récipients au fabricant;
- la possibilité d'échanger les déchets de la mine contre ceux d'autres industries de la région, par exemple l'emploi de déchets d'usine de pâte pour recouvrir les résidus miniers;
- l'achat de fournitures dans la région afin de soutenir les entreprises et la population locales.

Par ces programmes, l'installation minière assume toute la responsabilité des impacts environnementaux associés à l'utilisation et à la manutention des produits utilisés et générés, et ce, à chaque étape du cycle de vie des produits contrôlés directement par la mine.

4.1.17 GESTION ADAPTATIVE

R 123 : Les propriétaires et exploitants de mines doivent adopter des méthodes de gestion adaptative pour réviser et préciser leur stratégie de gestion environnementale. La gestion adaptative doit tenir compte d'une grande variété de facteurs, y compris :

- les résultats de l'audit environnemental ou d'autres activités d'évaluation;
- les résultats de la surveillance de l'environnement;
- les résultats de la surveillance de la performance ou de l'état de l'infrastructure environnementale, p. ex. les ouvrages de confinement, les systèmes de gestion des eaux ou les installations de traitement;
- les avancées technologiques;
- l'évolution des conditions environnementales.

La gestion adaptative est une approche systématique ayant pour but d'améliorer la gestion de l'environnement à partir des résultats de la gestion. Elle peut donc constituer un excellent outil d'amélioration continue de la performance environnementale.

La gestion adaptative passe par l'exploration de nouvelles manières d'atteindre les objectifs de gestion, la prévision des résultats à partir des connaissances actuelles, la mise en place d'une ou de plusieurs de ces solutions, l'instauration d'une surveillance afin

de déterminer la meilleure méthode d'atteindre les objectifs de gestion (et les prévisions de résultats) et l'utilisation de ces résultats afin de mettre à jour les connaissances et d'ajuster les mesures de gestion. La gestion adaptative peut cibler des domaines incertains et elle fournit un processus d'apprentissage scientifique caractérisé par l'utilisation des résultats aux fins d'évaluation et d'ajustement².

4.2 PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE D'EXPLORATION ET D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

R 201 : Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, les plans de gestion environnementale doivent aborder toute la gamme des activités reliées à l'exploration, y compris l'acquisition des terrains, les levés, les accès, l'hébergement et autres, le décapage, l'excavation de tranchées, le forage et l'échantillonnage. Les pratiques de gestion environnementale doivent aborder la gestion et la qualité de l'eau, la gestion des déchets, la perturbation des terres, la qualité de l'air, la remise en état et la fermeture.

Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, il faut adopter au moins les pratiques recommandées au tableau 4.1. En plus, les pratiques recommandées pour les phases de planification, de construction et d'exploitation devraient être aussi adoptées bien qu'elles s'appliquent à un moindre degré.

² Adaptive Management and Ecological Restoration, Murray and Marmorek, 2003.

TABLEAU 4.1 : PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES RECOMMANDÉES PENDANT LA PHASE D'EXPLORATION ET D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Activité	Pratiques recommandées
Camps miniers	
Sélection du site	<ul style="list-style-type: none"> • Afin d'éviter le défrichage, utiliser autant que possible des clairières naturelles. • Conserver la couche de sol arable et les matières organiques pour la remise en état. • Protéger les espèces en voie de disparition et les aires de nidification, de reproduction et de migration. • Autant que possible, empêcher la fonte du pergélisol. • Dans les zones de pergélisol, minimiser la coupe d'arbres et le tassement du sol.
Approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none"> • Les prélèvements dans les cours d'eau devraient être faits de manière à protéger les populations de poissons. • Les prélèvements dans un cours d'eau ne devraient pas dépasser 10 % de l'étiage du cours d'eau.
Évacuation des eaux usées domestiques et des eaux d'égout	<ul style="list-style-type: none"> • L'évacuation des eaux usées devrait se faire à l'aide de latrines ou de bassins de stabilisation. • Les installations d'évacuation des eaux d'égout devraient être à au moins 100 m de tout plan d'eau. • Éviter de rejeter directement les eaux usées domestiques dans les plans d'eau.
Entreposage des déchets solides	<ul style="list-style-type: none"> • Des pratiques de réduction des déchets devraient être mises en œuvre. • Les déchets solides devraient être incinérés, transportés hors du site ou enfouis sur place. • Couvrir les dépotoirs d'au moins 1 m de terre. • Les eaux de drainage des dépotoirs ne doivent avoir aucun impact sur quelque plan d'eau que ce soit. • Éviter d'enfouir les déchets dans le pergélisol.
Infrastructures	
Chemins d'accès	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place des ouvrages de contrôle/détournement de l'eau de surface. • Installer des dispositifs de lutte contre la sédimentation et l'érosion. • À l'exception des franchissements de cours d'eau, les routes doivent être situées à au moins 100 m de tout plan d'eau. • Une attention particulière devrait être prise quant au choix de l'emplacement des routes afin d'éviter les couverts de végétation sensible et mince.
Navigation aérienne	<p>Les avions doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • voler à au moins 500 m au-dessus des zones à forte concentration faunique; • voler à au moins 3 000 m au-dessus de zones spéciales, comme les aires de repos des oies et des bernaches; • ne voler à basse altitude que lorsque ceci est absolument nécessaire; • éviter d'effectuer des passages répétés au-dessus des animaux ou tourner autour d'eux; • éviter de survoler les colonies d'oiseaux de proie ou d'oiseaux nicheurs; • éviter complètement les aires de migration.
Quais	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter autant que possible le défrichage des berges boisées. • Les barils remplis de pierres utilisés pour les quais doivent être propres et faciles à enlever. • Les quais de bois doivent être en bois non traité. • Doter les zones d'avitaillement d'équipement de contrôle des fuites. • Munir les tuyaux de carburant de robinets d'arrêt et de pistolets.
Entreposage et manutention des carburants	<ul style="list-style-type: none"> • Entreposer les carburants à au moins 100 m de tout plan d'eau. • Construire des digues de retenue des déversements en argile ou en plastique à l'épreuve des hydrocarbures. • Effectuer les transferts de carburant à l'intérieur des zones endiguées. • Garder sur le site des matériaux pour absorber les hydrocarbures. • Effectuer les réparations et l'entretien de l'équipement à au moins 100 m de tout plan d'eau.
Franchissement de cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Les franchissements de cours d'eau doivent être à au moins 500 m de toute frayère. • Choisir des approches douces et réduire le plus possible les remblais. • Protéger et conserver les lieux de pêche et les habitats fauniques. • Éviter l'érosion des berges et la sédimentation. • Éviter de remblayer les cours d'eau temporaires.
Forage et excavation de tranchées	<ul style="list-style-type: none"> • Les eaux de forage doivent être biodégradables; elles doivent être contenues et recyclées. • Comblent et niveler les tranchées après l'échantillonnage.
Utilisation de véhicule hors-sentier	<ul style="list-style-type: none"> • Dans les régions nordiques, des équipements légers devraient être utilisés pour atténuer les perturbations ainsi que l'érosion dans les zones actives de pergélisol. • En autant qu'il soit possible, l'accès aux zones de pergélisol devrait se faire à l'aide d'aéronefs.

R 202 : Durant la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, les lignes directrices du programme « L'excellence environnementale en exploration » (e3) de l'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs doivent être prises en compte dans la conception et la mise en œuvre de plans de gestion environnementale.

Comme nous l'avons vu à la section 3.1, les activités d'exploration sont moins dangereuses pour l'environnement que celles menées pendant les autres phases du cycle de vie minier. Il demeure néanmoins essentiel de protéger l'environnement pendant l'exploration. Les activités d'exploration se déroulent sur un grand nombre de sites qui ne seront jamais exploités et qui se trouvent souvent dans des régions sauvages et éloignées.

Le but du programme d'Excellence environnementale en exploration (e3) est de fournir des « pratiques économiques, techniquement efficaces et reconnues internationalement afin de promouvoir la performance environnementale et socio-économique de l'exploitation minérale ». Le but est de favoriser le transfert des connaissances et des technologies à tous les intervenants et, de ce fait, à faciliter l'application de bonnes pratiques menant à une amélioration continue de la gérance environnementale et socio-économique quant à l'exploration et l'industrie minière.

Le programme e3 consiste en un ensemble de ressources disponibles en ligne pour ce qui a trait aux pratiques et questions environnementales et sociales responsables reliées à l'exploration. L'emphase est mise sur la planification dans le but d'éviter tous impacts négatifs possibles quels qu'ils soient. Le manuel inclut des renseignements sur les mesures et les pratiques à suivre pour minimiser les impacts environnementaux des activités reliées à l'exploration. Il contient aussi des lignes directrices quant à l'implication des communautés.

Le manuel inclut différentes sections quant à l'implication des communautés, quant à l'importance des activités menées sur des sites archéologiques ou culturels et inclut un contenu technique traitant des six activités suivantes :

- l'acquisition des terres;
- les levés;
- l'accès;

- le camp et les installations connexes;
- le décapage et l'excavation de tranchées;
- le forage.

Pour chacune de ces activités on retrouve des renseignements sur une gamme de sujets comme :

- les besoins en matière de planification;
- la perturbation des terres;
- la gestion du site;
- la gestion de l'air;
- la gestion des pêches et de la faune;
- la consommation et conservation de l'eau;
- la gestion des déversements;
- la gestion des matières dangereuses;
- la gestion des déchets;
- la restauration et fermeture.

Inclusion des coûts environnementaux dans les études de faisabilité

R 203 : L'étude de faisabilité économique de la mine doit tenir compte du coût prévu de la gestion environnementale durant la phase d'exploitation, mais aussi des coûts de fermeture de la mine et des responsabilités à long terme qui peuvent subsister après la fermeture. Ces coûts doivent être correctement justifiés dans la planification financière du propriétaire et de l'exploitant de la mine.

Les études de faisabilité tiennent habituellement compte de la teneur et des autres caractéristiques du minerai, des conditions économiques, notamment le prix actuel et prévu, et des aspects économiques des méthodes d'extraction et de traitement du minerai. Pour évaluer vraiment la rentabilité éventuelle d'une mine, il convient toutefois de considérer tous les coûts de gestion et de protection de l'environnement au cours de l'ensemble du cycle de vie, y compris les coûts de fermeture et d'entretien post-fermeture.

Remise en état et fermeture des projets d'exploration

R 204 : Lorsque les activités d'exploration ont cessées et que le promoteur n'a pas l'intention de pousser plus loin les travaux :

- les prises d'eau, ponceaux, quais et autres ouvrages reliés aux voies navigables de même que toutes machineries, équipements et immeubles doivent être démantelés;

- les dépotoirs, les bassins d'eau grise/d'eaux d'égout et trous de forage doivent être adéquatement couverts;
- toutes les zones qui ont été perturbées doivent être remises en état afin de permettre le rétablissement de la végétation.

L'empreinte laissée par les travaux d'exploration doit être minimisée le plus possible.

4.3 PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE DE PLANIFICATION ET DE CONSTRUCTION

Les recommandations de la présente section portent sur les projets qui en sont à la phase de planification et de construction. Sur le plan environnemental, il s'agit d'une phase cruciale du cycle de vie des nouvelles mines, puisque c'est à ce moment que se fait la majeure partie de la planification de la gestion de l'environnement.

4.3.1 GESTION DES EAUX

Planification de la gestion des eaux

R 301 : Des plans de gestion des eaux de surface propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre.

Ces plans doivent comprendre les éléments suivants :

- l'emplacement des sous-bassins hydrographiques sur la propriété minière, y compris ceux des aires d'entreposage des résidus miniers, des voies de drainage et des plans d'eau récepteurs;
- l'estimation du débit de chaque sous-bassin hydrographique dans des conditions climatiques normales et lors d'épisodes de précipitations extrêmes (débit d'étiage et débit d'orage);
- une analyse du régime des eaux souterraines locales, y compris la direction et le débit de l'écoulement, les zones d'alimentation et d'évacuation et les liens avec le régime des eaux de surface locales;
- le bilan hydrique de la propriété minière qui tient compte de toute quantité non négligeable d'eau introduite, rejetée ou recyclée;
- une description des variations saisonnières du débit des eaux de surface (p. ex. résultant de la fonte des neiges) et des effets de tout ouvrage

existant de régulation du niveau d'eau sur le débit;

- une description des mesures de gestion des eaux à mettre en œuvre;
- l'évaluation des possibilités de dériver le ruissellement naturel afin d'éviter que cette eau ne se pollue en traversant le site minier.

Les programmes de gestion des eaux utilisés par les mines doivent porter une grande attention à l'hydrologie et aux conditions climatiques locales. Chaque programme devrait inclure une évaluation du bilan hydrique du site et comprendre des dispositifs, par exemple des évacuateurs pour le franc-bord du bassin de résidus miniers et pour les trop-pleins, afin de contrôler le débit lors d'épisodes de précipitations extrêmes.

Certaines pratiques de gestion des eaux peuvent également contribuer à réduire les risques d'érosion du sol grâce à des dispositifs de contrôle de l'écoulement et de l'érosion afin de stabiliser la surface.

Consommation d'eau et recyclage de l'eau

R 302 : Les installations de traitement du minerai doivent être conçues de façon à :

- réduire au minimum la quantité d'eau douce utilisée dans le traitement du minerai, par les moyens suivants :
 - employer des méthodes de traitement qui nécessitent moins d'eau;
 - maximiser le recyclage de l'eau afin de réduire les besoins d'eau douce;
- minimiser ou éviter le plus possible d'employer des réactifs qui obligent à traiter les effluents avant de les rejeter.

La plupart des méthodes de traitement du minerai consomment de grandes quantités d'eau; c'est particulièrement le cas du broyage (avec apport d'eau généralement), de la flottation et des procédés de séparation chimique, telle la cyanuration. Aujourd'hui, plusieurs installations de traitement de minerai recyclent l'eau pour la réutiliser, ce qui réduit la consommation d'eau douce et le volume d'eau à traiter avant son rejet dans l'environnement.

Dérivation des eaux de ruissellement non polluées et regroupement des eaux usées

R 303 : En planifiant le schéma du site, il faut tenir compte des points suivants :

- regrouper autant que possible toutes les installations susceptibles de produire des eaux usées et qui partagent les mêmes caractéristiques et besoins de traitement;
- au moyen de fossés ou de digues, dériver tous les cours d'eau et les eaux de ruissellement non pollués pour les éloigner des zones éventuellement contaminées;
- situer les points de rejet des effluents à bonne distance des zones écosensibles.

La réduction de la quantité d'eau contaminée par les activités minières est un élément crucial des efforts de prévention de la pollution dans les mines. L'eau des cours d'eau naturels ou des canaux d'écoulement situés sur le site de la mine peut être contaminée, même lorsque l'eau n'est pas utilisée pour les activités minières. La dérivation de ces cours d'eau afin de les éloigner du site minier permet donc de réduire les risques de pollution.

Conception en fonction de phénomènes météorologiques extrêmes

R 304 : Les installations de drainage superficiel doivent être conçues pour résister à des conditions de pointe au moins équivalentes à une crue centennale. En planifiant les installations, il faut prendre en considération l'augmentation prévue de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes résultant des changements climatiques.

Il est important de concevoir des infrastructures de gestion des eaux capables de résister à des phénomènes météorologiques extrêmes, comme les épisodes de fortes précipitations, car des pluies abondantes peuvent submerger les infrastructures et entraîner le rejet d'effluents non traités. Dans certains cas, il se peut que des ouvrages de retenue, comme des barrages, soient affaiblis ou détruits.

D'habitude, ce type de planification se fait à partir des données climatiques historiques et les précipitations les plus élevées des cent dernières années servent de base

pour la conception des installations. Il faut toutefois tenir également compte de l'augmentation prévue de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes attribuable aux changements climatiques.

4.3.2 PRÉVISION DE LA QUALITÉ DES EAUX USÉES

R 305 : Des programmes propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour prévoir la qualité des eaux usées. Cette tâche doit être entreprise aussitôt que possible au cours du cycle de vie de la mine et se poursuivre tout au long des phases de planification, de construction et d'exploitation.

Les programmes de prévision de la qualité des eaux usées doivent comprendre les activités suivantes :

- identification et description de tous les matériaux géologiques (y compris la roche et les morts-terrains) à excaver ou à décaper, ou susceptibles d'être perturbés par les activités minières;
- évaluation du risque de lixiviation des métaux et de drainage acide de tous les matériaux géologiques, y compris le moment et les conditions favorables à la lixiviation et au drainage acide;
- détermination de la présence d'autres éléments potentiellement dangereux dans les eaux d'exhaure, dont les réactifs de traitement, l'ammoniac, les substances qui favorisent la prolifération des algues, les thiosels et les chlorures, ainsi que la hausse éventuelle du pH.

Ces étapes sont décrites en détail dans les recommandations R 306, R 307 et R 308.

La caractérisation des matériaux géologiques, en particulier celle des roches extraites de la mine, est un élément clé de la prévision de la qualité des eaux usées. Les stériles et les résidus, ainsi que les parois des galeries, sont d'habitude les principales sources de drainage acide et de lixiviation de métaux.

La prévision de la qualité des eaux usées est un processus complexe et il n'existe aucune méthode uniforme pour y arriver. Toutefois, il existe un certain nombre d'outils de prévision pouvant être utilisés selon les caractéristiques du site.

Les activités de prévision de la qualité des eaux usées doivent être maintenues pendant la phase d'exploitation de la mine. Les résultats de la caractérisation des résidus et de la prévision pendant l'exploitation de la mine pourront servir à évaluer les prévisions faites pendant la phase de planification et de construction, ce qui permettra de raffiner les plans de gestion des résidus afin d'assurer une bonne gestion des matériaux susceptibles de favoriser la lixiviation des métaux ou le drainage acide.

Identification et description des matériaux géologiques

R 306 : Le programme propre au site élaboré pour répertorier et décrire les roches et autres matériaux géologiques qui ont été déplacés ou décapés, ou devront l'être, par suite des activités minières, doit inclure, pour chaque matériau :

- la répartition spatiale et la masse estimative du matériau;
- la caractérisation géologique du matériau, y compris sa composition minérale et chimique;
- la caractérisation physique du matériau, notamment la granulométrie et les propriétés structurales, y compris la fracturation, les failles et la solidité du matériau;
- la conductivité hydraulique du matériau;
- le degré d'oxydation du matériau.

L'identification, la description et la cartographie des roches et autres matériaux géologiques qui ont été déplacés ou devront être déplacés ou exposés en raison de l'activité minière est un élément essentiel du processus de prévision de la qualité des eaux usées d'une mine. Ce travail de caractérisation est important si on veut évaluer toutes les sources possibles de lixiviation et de drainage acide. Les résultats obtenus serviront à concevoir et à mieux cibler les activités de prévision. Une grande partie des informations servant à cette caractérisation peuvent provenir de travaux déjà réalisés par les géologues.

Détermination du risque de lixiviation des métaux et de drainage acide

R 307 : Des essais doivent être réalisés pour déterminer le risque de lixiviation des métaux et de drainage acide de toutes les unités lithostratigraphiques et les

autres matériaux géologiques qui ont été déplacés ou décapés, ou qui devront l'être, par suite des activités minières. Le programme d'essais doit être conçu pour répondre aux besoins particuliers du site par une combinaison appropriée d'essais statiques et cinétiques. Pour concevoir et mettre en œuvre le programme de détermination du risque et en interpréter ses résultats, il convient de consulter les documents suivants :

- PRICE, William A. *Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia*, British Columbia Ministry of Employment and Investment, 1997.;
- *Manuel du NEDEM*, volume 3 – Prévision (2000);
- PRICE, Bill. *Liste des éléments d'information à connaître pour évaluer et atténuer les phénomènes de lixiviation des métaux et de drainage rocheux acide*, Rapport NEDEM 5.10E, 2005.

Cette phase du programme de prévision a pour objectif de déterminer les risques de lixiviation de métaux et de drainage acide de chaque matériau géologique identifié et décrit. Ce travail de prévision est à la base des plans de gestion des stériles, des résidus et des autres sources possibles de lixiviation et de drainage acide.

Détermination de la présence d'autres éléments potentiellement dangereux dans les effluents miniers

R 308 : Il faut déterminer la présence d'autres éléments potentiellement dangereux pour l'environnement dans les effluents miniers, et particulièrement :

- la concentration potentielle de réactifs de traitement du minerai (p. ex. cyanure) et de leurs produits de dégradation dans les eaux usées de traitement;
- la concentration potentielle d'ammoniac dans les eaux usées;
- le pH des eaux usées de traitement du minerai, puisque le traitement est souvent réalisé dans un milieu à pH élevé;
- la présence potentielle de thiosels dans les eaux usées de traitement du minerai.

4.3.3 PLANIFICATION DE L'ENTREPOSAGE DES STÉRILES ET DES RÉSIDUS MINIERS

R 309 : Dans la planification des pratiques de gestion de l'entreposage des stériles et des résidus miniers, il faut tenir compte des résultats des programmes de prévision de la qualité de l'eau propres au site. En cas de risque de lixiviation des métaux ou de drainage acide, la prévention et le contrôle de ces deux phénomènes doivent primer dans la conception des haldes de stériles, des parcs à résidus miniers et des installations connexes de gestion des eaux.

Les quantités importantes et les caractéristiques géologiques du matériau font que les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers peuvent avoir un effet important sur la conception, l'exploitation et la remise en état de plusieurs installations minières. On devrait planifier l'exploitation afin de réduire au minimum les coûts des mesures post-fermeture, comme la collecte et le traitement des eaux usées ou le transfert de grandes quantités de matériaux.

Pour les sites où les programmes propres au site ont établi une possibilité de lixiviation ou de drainage acide, il est essentiel de tenir compte de ces résultats dès la conception de la planification.

Prévention et contrôle de la lixiviation des métaux et du drainage acide provenant des stériles et des résidus miniers

R 310 : S'il y a risque de production d'acide et/ou de lixiviation des métaux par les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers, il faut planifier et mettre en œuvre des pratiques éprouvées pour prévenir ou limiter ces phénomènes. Mentionnons par exemple les pratiques suivantes :

- limiter la production de stériles susceptibles de générer des acides ou de libérer des métaux par lixiviation;
- empêcher ou limiter l'apport d'oxygène vers le matériau à l'origine de la formation d'acide par l'un ou l'autre des moyens suivants :
 - recouvrir d'eau les stériles ou les résidus miniers susceptibles de produire des acides;
 - utiliser une couverture composite comportant une couche saturée afin de limiter l'infiltration d'oxygène;

- mélanger les matériaux susceptibles de libérer des acides à des matériaux neutralisants ou les disposer en couches alternées;
- séparer les autres matériaux de ceux qui sont susceptibles de libérer des acides ou de libérer des métaux par lixiviation afin de faciliter de manière efficace la gestion de ce matériau et de réduire le volume de matériau devant être géré de manière à prévenir et à contrôler la libération d'acides et de métaux par lixiviation;
- dériver l'eau de surface pour l'éloigner des zones d'entreposage afin de réduire au minimum le lessivage rapide et le volume de l'effluent.

Au moment de la conception des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers, plusieurs mesures peuvent être prises pour prévenir et limiter le drainage acide. Ces mesures peuvent être mises en place plus tard au cours du cycle de vie de la mine, mais il est plus rentable de les planifier pendant la phase de conception.

En plus du drainage acide, les résidus miniers des installations de traitement du minerai aurifère et de certaines installations de métaux de base utilisant du cyanure peuvent avoir d'autres inquiétudes liées à l'utilisation de cette substance. Celui-ci peut se dégrader naturellement lorsqu'il est exposé au soleil pendant les mois d'été. Pour optimiser ce processus, il convient de s'assurer au moment de la conception que le temps de rétention pendant la phase liquide dans les parcs à résidus miniers permet à la dégradation naturelle de se faire.

Drainage acide dans le Nord

R 311 : Si la congélation des stériles ou des résidus miniers dans le pergélisol est envisagée pour prévenir ou limiter le drainage acide, il faut évaluer si le pergélisol risque de fondre. Si tel est le cas, il faut employer une autre méthode pour prévenir ou limiter le drainage acide.

Même si l'oxydation des sulfures contenus dans les stériles et les résidus miniers est généralement plus lente sous les climats froids du Nord, son impact environnemental possible demeure préoccupant. Divers facteurs contribuent à ralentir le drainage acide dans les régions froides :

- la couverture de neige ou de glace compactées peut contribuer à réduire la vitesse de diffusion de l'oxygène dans les résidus et, donc, la vitesse d'oxydation;
- l'encapsulation dans le pergélisol réduit la vitesse d'oxydation des sulfures;
- les basses températures limitent la vitesse des réactions d'oxydation dans le mollisol durant l'été.

Le drainage acide n'est pas totalement éliminé dans l'environnement nordique. Les matériaux potentiellement acidogènes peuvent libérer des acides pendant la saison de dégel; les précipitations et la fonte de la neige peuvent entraîner ces acides dans l'environnement; enfin, l'oxygène est plus soluble en eau froide. De plus, l'oxydation des minéraux sulfurés est une réaction exothermique, c'est-à-dire qu'elle produit de la chaleur. L'énergie ainsi produite peut empêcher ou ralentir la pénétration du pergélisol dans les résidus.

Si les résidus sont entreposés en milieu pergélisolé et que les changements climatiques provoquent un jour la fonte du pergélisol, la production d'acide pourrait alors commencer à augmenter.

Choix de l'emplacement des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers

R 312 : Le choix de l'emplacement des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers doit tenir compte des facteurs suivants :

- le débit des eaux de surface et souterraines local et régional et la possible contamination des eaux de surface et souterraines;
- le système prévu de gestion des eaux et le bilan hydrique préliminaire;
- l'état du pergélisol dans les régions nordiques;
- la topographie;
- les sites (ouverts ou fermés) de haldes de stériles existantes;
- l'utilisation actuelle et future des terrains et des ressources, y compris l'utilisation du bassin hydrographique récepteur et la proximité des habitations et des zones d'activité humaine;
- les conditions environnementales de base, y compris la flore et la faune naturelles;
- les effets possibles sur la végétation, les espèces sauvages, la vie aquatique et les collectivités en aval;

- l'état des fondations du bassin et de la digue;
- le plan de dépôt et le volume ou la capacité d'entreposage;
- les travaux de conception préliminaire des ouvrages de confinement et de gestion des eaux;
- la zone potentiellement touchée;
- le rejet possible de particules atmosphériques;
- les considérations d'ordre esthétique;
- les considérations liées à la fermeture de la mine.

La justification du choix de l'emplacement doit être clairement documentée et comprendre la description des autres emplacements envisagés mais non retenus.

Conception des parcs à résidus miniers

R 313 : Dans la conception des parcs à résidus miniers, il faut prendre en compte les facteurs suivants :

- les propriétés physico-chimiques des matériaux qui composent les résidus miniers, notamment les risques de lixiviation des métaux, de drainage acide et de liquéfaction;
- l'hydrologie et l'hydrogéologie, y compris les conditions climatiques locales et les phénomènes météorologiques extrêmes (l'augmentation prévue de la fréquence de ce type de phénomènes en raison des changements climatiques mondiaux devrait aussi être prise en compte);
- la géologie du sol de fondation et les considérations géotechniques, de même que les données sismiques et le risque de séisme;
- la disponibilité et les caractéristiques des matériaux de construction;
- la topographie des parcs à résidus miniers et des zones avoisinantes;
- l'état du pergélisol dans les régions nordiques.

R 314 : Dans la conception des parcs à résidus miniers, il faut maximiser la période de rétention des eaux usées dans les installations afin de favoriser le dépôt des solides en suspension et la dégradation naturelle de contaminants tels que l'ammoniac et le cyanure.

Habituellement, les résidus miniers représentent au moins 90 p. 100 du minerai traité. Pour la plupart des sites miniers, les parcs à résidus miniers font donc partie des principales infrastructures de gestion de l'environnement. Les parcs à résidus miniers

comprennent toutes les composantes et les installations fonctionnelles liées à la gestion des résidus, notamment des barrages, des déversoirs, des structures de décantation, des canalisations ainsi que des bassins de décantation et de polissage. Les effluents, comme les eaux d'exhaure et de ruissellement, sont souvent dirigés vers les parcs à résidus miniers où ils sont traités avant d'être rejetés dans l'environnement. Il est donc essentiel de bien concevoir ces installations afin de garantir une gestion efficace de l'environnement.

La conception des parcs à résidus miniers exige l'établissement du bilan hydrique du site minier qui tient compte de tous les apports et de toutes les pertes d'eau.

Conception des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers

R 315 : Dans la conception et la construction des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers, par exemple les barrages, il convient d'appliquer des normes techniques rigoureuses.

R 316 : Dans la conception et la construction des ouvrages de confinement des parcs à résidus miniers, il faut tenir compte de la surveillance et des inspections à long terme de ces ouvrages. En particulier, il faut installer des instruments appropriés pendant la construction afin de faciliter la surveillance au cours des phases d'exploitation et de fermeture de la mine. Lors de la conception, une attention ainsi que des considérations particulières doivent être données aux conditions locales propres au site telles que la présence du pergélisol, les pentes, l'activité sismique et les exigences de drainage du site particulièrement lors des conditions de pointe de débit.

Le *Guide de gestion des parcs à résidus miniers* de l'Association minière du Canada est un document de référence utile quant à la conception, la construction, l'exploitation et la fermeture des parcs à résidus miniers. Les *Dam Safety Guidelines (2007)* de l'Association canadienne des barrages devraient également être consultées.

Dans les régions nordiques, les matériaux et les méthodes de construction des digues des parcs à résidus miniers doivent être considérés en fonction du risque

d'instabilité et de tassement attribuable au dégel du pergélisol. Un tassement dû au dégel peut entraîner un mouvement différentiel et un bris des structures de la digue, une érosion souterraine et des brèches subséquentes. Il est important de noter que le dépôt de résidus frais peut entraîner le dégel du pergélisol et que la concentration des liquides de procédé peut abaisser le point de congélation de l'eau du sol exposée aux stériles.

4.3.4 STABILITÉ À LONG TERME DES HALDES DE STÉRILES ET DES PARCS À RÉSIDUS MINERS

Stabilité à long terme des haldes de stériles

R 317 : Les haldes de stériles doivent être conçues de manière à demeurer structurellement stables au cours du cycle de vie de la mine ainsi qu'après la fermeture. Leur conception doit tenir compte des données sismiques locales et du risque de séisme.

La stabilité à long terme des haldes de stériles est une question importante. Leur effondrement peut avoir des impacts sur les habitats aquatiques et terrestres et compromettre l'efficacité des mesures mises en place afin de prévenir et de limiter le drainage acide.

Stabilité à long terme des parcs à résidus miniers

R 318 : Les risques relatifs aux parcs à résidus miniers doivent être évalués et gérés à chacune des phases du cycle de vie afin de déterminer les probabilités et les modes possibles de défaillance et de prévoir les conséquences d'une défaillance. Il faut prévoir des mesures pour réduire ces risques et élaborer des plans d'urgence en cas de défaillance.

R 319 : Les parcs à résidus miniers doivent être conçus de façon à garantir leur stabilité structurelle, conformément aux *Directives pour la sécurité des barrages* de l'Association canadienne des barrages. De par leur conception, ils doivent pouvoir résister à une crue maximale possible (CMP). En outre, les ouvrages de confinement doivent pouvoir demeurer structurellement stables dans des conditions de séisme maximal probable (SMP).

La stabilité à long terme des parcs à résidus miniers et des ouvrages de retenue est une question très

importante. Les défaillances des parcs à résidus miniers peuvent avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes aquatiques et terrestres, et entraîner des risques significatifs pour la santé humaine et la sécurité.

La crue maximale possible (CMP) est « la crue qui serait causée par la combinaison la plus extrême de conditions météorologiques et hydrologiques qui soient possibles dans le bassin hydrologique considéré »³. On estime la CMP à l'aide des données historiques et on la réévalue régulièrement lorsque de nouvelles données sont disponibles. On considère souvent que la CMP est la crue générée par les précipitations maximales possibles (PMP) à un endroit donné et à un moment particulier de l'année. L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a publié le Manuel for Estimation of Probable Maximum Precipitation (1986) qui décrit les techniques d'évaluation des PMP. Le « Guidelines on Extreme Flood Analysis » (Alberta Transportation, 2004) peut aussi être consulté.

Le séisme maximal probable (SMP) est défini comme étant « le plus fort séisme qui semble possible le long d'une faille connue ou à l'intérieur d'une province tectonique définie géographiquement dans un cadre tectonique connu ou présumé ».⁴

4.3.5 PLANIFICATION ET CONSTRUCTION DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

R 320 : Les systèmes de traitement des eaux usées doivent être planifiés en tenant compte :

- du plan de gestion des eaux;
- des résultats de prévision de la qualité des eaux usées;
- des plans d'entreposage des résidus miniers et des stériles;
- des exigences réglementaires applicables ayant trait à la qualité des effluents;
- des indicateurs de performance environnementale pertinents y compris tous les objectifs de qualité des eaux.

L'efficacité du traitement des eaux usées est essentielle pour assurer que l'effluent minier n'aura aucun effet néfaste sur les écosystèmes aquatiques. Dépendamment de la qualité des eaux usées prévue, un traitement pourrait être requis pour ajuster le pH et réduire les concentrations des métaux, des solides en suspension, du cyanure, de l'ammoniac, des thiosels et autres contaminants.

4.3.6 GESTION DU CYANURE

R 321 : Pour les mines qui utilisent le cyanure pour le traitement de l'or ou des métaux de base, la gestion du cyanure doit être planifiée de manière à respecter les pratiques décrites dans le Code international de gestion du cyanure (Institut international de gestion du cyanure, 2008). Plus précisément, la planification de la gestion du cyanure devrait tenir compte :

- de mesures visant à réduire au minimum l'emploi de cyanure, de façon à limiter la concentration dans les résidus;
- de mesures de conception et de mise en œuvre visant à gérer les eaux d'exfiltration en provenance des installations de cyanuration afin de protéger les eaux de surface et souterraines;
- de mesures de conception et d'exploitation de systèmes de traitement du cyanure visant à réduire les concentrations de cyanure dans les rejets d'effluent dans l'environnement;
- de mesures de conception et de mise en œuvre visant la prévention et le confinement des déversements pour les cuves de traitement et les canalisations.

R 322 : Si la dégradation naturelle du cyanure est utilisée comme moyen de traitement, le parc à résidus doit être conçu de manière à s'assurer que le temps de rétention du liquide est suffisant pour permettre la dégradation naturelle, et ce, pour des conditions de débits élevés p. ex. au cours de la période de ruissellement printanière.

³ Federal Guidelines for Dam Safety : Glossary of Terms. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. 2004

⁴ Selecting seismic parameters for large dams – Guidelines. International Commission on large Dams. 1989.

4.3.7 AUTRES CONSIDÉRATIONS

Gestion des substances chimiques

R 323 : Les processus de conception des nouvelles mines de métaux et des modifications à apporter aux mines de métaux existantes doivent comprendre des procédures visant à :

- recenser les éventuelles préoccupations environnementales associées aux procédés chimiques proposés et aux effets environnementaux qui en découlent;
- évaluer la possibilité d'employer des procédés et des substances chimiques de remplacement, le cas échéant, dans le but d'atténuer ou d'éliminer les effets environnementaux.

R 324 : Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour gérer les substances chimiques, notamment pour assurer le transport, l'entreposage, la manutention, l'utilisation et la mise au rebut sécuritaire des substances chimiques, des carburants et des lubrifiants. Ces procédures comprennent une planification appropriée des mesures d'urgence.

R 325 : Chaque propriétaire ou exploitant de mine doit évaluer, sur une base permanente, les possibilités de réduire la quantité des substances chimiques possiblement nocives employées dans le cadre des activités de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des éléments suivants :

- le choix de l'équipement et des procédés;
- les modifications éventuelles de l'équipement existant;
- les progrès en matière de technologie, de procédés et de procédures;
- la substitution des matériaux;
- l'entretien de l'équipement;
- les programmes de formation des employés.

Selon cette évaluation, des mesures pour réduire l'utilisation des substances chimiques possiblement nocives devraient être mises en œuvre selon le cas.

R 326 : Les installations d'entreposage et de confinement des substances chimiques de chaque mine doivent être conçues et construites conformément aux normes, directives et règlements pertinents des organismes de réglementation compétents, et conformément à la politique, aux cibles et aux objectifs environnementaux du propriétaire ou de l'exploitant de la mine. Les installations d'entreposage et de confinement des substances chimiques doivent à tout le moins :

- être gérées de manière à minimiser les risques de déversement;
- assurer un confinement en cas de déversement et être gérées de manière à minimiser les risques de déversement accidentel;
- respecter les normes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT);
- faire en sorte que les matériaux incompatibles soient entreposés de façon à éviter tout contact accidentel ou réaction chimique entre eux;
- réduire au minimum la probabilité qu'un déversement ait de graves répercussions sur l'environnement.

Les installations minières utilisent une grande variété de substances chimiques, dont des carburants et des lubrifiants, des réactifs, des explosifs et divers autres produits chimiques, comme les produits de nettoyage, de dégivrage et de la peinture. Bon nombre de ces produits pourraient être dangereux pour l'environnement ou la santé humaine s'ils étaient rejetés à des concentrations assez élevées. De plus, certaines substances chimiques pourraient réagir si elles entraient en contact avec d'autres substances, et ces réactions pourraient entraîner des risques significatifs pour la santé humaine et l'environnement. Il faut donc porter une attention particulière à la planification et à la mise en œuvre des méthodes de transport, d'entreposage, d'utilisation et d'élimination de ces produits.

Élimination des eaux usées domestiques et des eaux d'égout

R 327 : Si on prévoit éliminer les eaux usées domestiques ou les eaux d'égout sur place plutôt que les acheminer vers une station municipale de traitement des eaux usées, il faut construire des installations de traitement des eaux usées sur le site minier dans le but

d'éviter toute contamination des eaux de surface et des eaux souterraines, y compris les réserves d'eau potable, et de respecter toutes les normes réglementaires pertinentes.

R 328 : Les boues issues du traitement des eaux usées domestiques et des eaux d'égout doivent être entreposées de façon appropriée. On peut entreposer ces boues sur place, hors du site ou dans un site d'enfouissement, ou encore s'en servir pour recouvrir les résidus miniers ou les stériles.

Gestion des déchets alimentaires et domestiques

R 329 : Les déchets provenant de la cuisine et de la salle à manger de la mine doivent être éliminés de façon à éviter d'attirer les animaux sauvages. Des mesures doivent être prises pour éliminer adéquatement tous les déchets alimentaires et les récipients ayant servi aux aliments, dont ceux utilisés ailleurs que dans la cuisine et la salle à manger. Il faut instaurer des programmes de formation afin de sensibiliser tous les employés et les entrepreneurs sur place à l'importance d'éliminer correctement les déchets alimentaires et d'éviter de nourrir les animaux sauvages sur le site.

La nourriture et les déchets alimentaires peuvent attirer des animaux sauvages sur le site minier, ce qui peut présenter un danger à la fois pour les animaux et pour les employés, selon l'espèce en cause. Il faudra peut-être déplacer ou tuer les animaux qui sont attirés vers les sites miniers et qui posent un danger pour les humains.

Respect des zones écosensibles

R 330 : Toutes les installations minières doivent être situées et conçues de façon à ne pas empiéter sur les zones écosensibles. Des consultations avec les intervenants concernés, les communautés autochtones locales ainsi qu'avec des représentants gouvernementaux devraient être entreprises afin de déterminer les zones écosensibles.

Chemins d'accès et routes

R 331 : Les routes et les chemins d'accès doivent être tracés de façon à contourner autant que possible les plans d'eau et l'habitat des espèces sauvages et à éviter les virages abrupts qui augmentent le risque de déversements et d'accidents. Dans le choix de l'emplacement des routes et des chemins d'accès, il faut tenir compte de leur utilisation finale et déterminer si, après la fermeture de la mine, ils faciliteront ou limiteront l'accès du public aux milieux sauvages et aux régions développées.

Il faut construire des routes sur le site et, lorsque la mine est située en région éloignée, des chemins d'accès seront souvent nécessaires. Ces derniers devront être construits de manière à permettre le passage des gros camions normalement utilisés pour transporter des produits en direction et en provenance des sites miniers.

R 332 : Il faut concevoir et mettre en œuvre des mesures pour prévenir et limiter l'érosion causée par les routes sur le site minier. Parmi ces mesures, mentionnons les suivantes :

- prévoir autant que possible l'aménagement de zones tampons d'une largeur minimale de 100 m entre les routes et les plans d'eau;
- tracer les routes en pente et construire des fossés de façon à limiter les risques d'érosion, notamment en évitant toute inclinaison supérieure à 12 p. 100 (5 p. 100 près des plans d'eau).

En l'absence de mesures antiérosives, les chemins, qui ne sont généralement pas pavés, peuvent constituer une source importante de sédimentation dans les plans d'eau adjacents.

R 333 : Les passages de cours d'eau doivent être conçus et construits de façon à protéger le poisson et son habitat. Il faut notamment empêcher l'envasement des cours d'eau et éviter de faire obstacle aux déplacements des poissons.

Si le passage d'un cours d'eau risque de détériorer ou de détruire l'habitat du poisson, il faut consulter la *Politique de gestion de l'habitat du poisson* (1986) de Pêches et Océans Canada. Pour aider à concevoir ces passages, on peut aussi consulter le *Fish Habitat Manual: Guidelines*

and Procedures for Watercourse Crossings in Alberta, préparé par Alberta Transportation.

Enlèvement de la neige

R 334 : Il faut déterminer l'emplacement des décharges à neige. Il faut éviter de déverser la neige directement dans les lacs ou les cours d'eau ou sur des plans d'eau recouverts de glace. On devrait éviter les zones de recharge de l'eau souterraine, les terres humides et les zones de végétation fragile. Il convient de prendre les mesures nécessaires pour prévenir la contamination des plans d'eau par les eaux de ruissellement provenant des décharges à neige, par exemple en les dirigeant vers des bassins de décantation avant de les rejeter. La neige doit être empilée du sud au nord de cette façon, le côté sud fondra en premier, l'eau s'écoulera autour de l'amas de neige et sous celui-ci plutôt que sur des contaminants potentiels laissés en amont.

Canalisations

R 335 : Le tracé des canalisations doit limiter les risques de dégradation des écosystèmes aquatiques et terrestres en cas de bris. Il faut concevoir les canalisations de façon à réduire les risques de bris et mettre en place des mesures pour limiter les effets de tout bris éventuel. Après leur mise en service, il faut inspecter les canalisations à intervalles réguliers pour vérifier qu'elles sont en bon état et installer des systèmes de surveillance pour avertir les opérateurs de tout risque de défaillance.

Sur un site minier, les canalisations peuvent servir à transporter le carburant ou les résidus miniers. Le bris d'une canalisation pourrait avoir un impact important sur les écosystèmes aquatiques ou terrestres à moins qu'elle n'ait été mise en place correctement et que des mesures appropriées de contrôle des impacts aient été instaurées. Les bris de canalisations peuvent également poser un risque pour la santé des travailleurs et contaminer l'eau souterraine et l'eau de surface.

Systèmes de convoyeurs

R 336 : L'emplacement des systèmes de convoyeurs doit être choisi de façon à limiter les risques que posent les particules en suspension dans l'air pour l'environnement et la santé humaine. Autant que possible, il faut enfermer les convoyeurs afin de prévenir ou de limiter les rejets de particules dans l'air. Il faut aussi isoler les installations de chargement et de déchargement des convoyeurs ou prendre d'autres mesures pour prévenir ou limiter les émissions de particules aéroportées par suite des opérations de chargement et de déchargement.

Des convoyeurs sont souvent utilisés à l'extérieur des bâtiments fermés pour transporter le minerai broyé ou concassé ou d'autres matériaux. Les convoyeurs à découvert peuvent constituer une source importante d'émissions de particules aéroportées susceptibles de poser des risques pour la santé humaine et l'environnement.

Défrichage

R 337 : Le défrichage en vue de la construction doit être réalisé de façon à :

- réduire au minimum la superficie défrichée;
- conserver autant que possible des bandes tampons de végétaux naturels d'au moins 100 m entre les aires défrichées et les plans d'eau adjacents;
- réduire au minimum le temps écoulé entre le défrichage et les activités subséquentes.

Il est à noter que les deux premiers points s'appliquent également à la phase d'exploration et d'étude de faisabilité, particulièrement dans le cadre de la construction de camps et de chemins d'accès et du décapage des affleurements.

Si possible, on peut replanter les végétaux provenant des zones déboisées dans les habitats voisins en vue de les remettre en place après la fermeture de la mine.

La végétation naturelle constitue souvent la protection la plus efficace et la moins coûteuse contre l'érosion. La végétation riveraine est particulièrement importante car elle freine l'érosion et réduit le risque que les sédiments

générés par les travaux de construction aboutissent dans les plans d'eau. Une fois le défrichage d'une zone terminé, le risque d'érosion augmente jusqu'au début des travaux de mise en valeur. La volonté de réduire les coûts de mise en place de l'équipement et des équipes de défrichage et le manque de planification risquent d'entraîner le défrichage inutile ou trop précoce de certaines zones.

Conservation et mise en tas des morts-terrains

R 338 : Des procédures propres au site doivent être élaborées et mises en œuvre pour que les morts-terrains excavés du site minier lors de la construction, en particulier les sols organiques, soient conservés et mis en tas en vue de leur réutilisation pendant la remise en état du site. Il faut concevoir les installations d'entreposage de façon à prévenir ou à limiter l'érosion des matériaux par la pluie et le vent. Il faut prendre les mesures nécessaires pour éviter toute contamination des matériaux mis en tas au cours des activités minières.

Les morts-terrains d'un site minier peuvent constituer le matériau idéal pour remettre en état le site, soit tout au long de l'exploitation de la mine soit lors de sa fermeture.

Contrôle de la sédimentation

R 339 : Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour limiter l'érosion et la sédimentation. Voici quelques mesures à envisager pendant les phases de planification, de construction, d'exploitation et de fermeture de la mine :

- déterminer les risques d'érosion sur le site et repérer les plans d'eau menacés;
- aménager si possible des bandes tampons d'au moins 100 m autour des plans d'eau menacés de sédimentation;
- reprofiler le terrain afin de réduire la vulnérabilité du sol à l'érosion;
- rétablir la végétation et conserver des bandes tampons en bordure des plans d'eau afin de limiter l'érosion;
- éloigner les eaux de drainage des zones déboisées, nivelées ou excavées;
- ériger et maintenir des barrières à sédiments ou des collecteurs de sédiments pour prévenir ou limiter la sédimentation;

- diriger les eaux de ruissellement superficiel en provenance des zones érodables vers des bassins de décantation avant de les rejeter dans l'environnement;
- assurer le suivi et l'application continue de ces mesures afin qu'elles demeurent efficaces.

Pendant les phases de construction et d'exploitation, des sédiments érodés peuvent migrer dans l'environnement. Une fois qu'ils ont atteint un cours d'eau, ils peuvent avoir un impact sur les poissons et leur habitat.

Le transport des sédiments vers les cours d'eau dépend des conditions météorologiques, de la saison, du type de sol et de la topographie du site. Il est important d'appliquer des mesures de contrôle appropriées pour réduire l'érosion et empêcher les sédiments d'atteindre les plans d'eau situés sur le site ou dans ses environs.

Conditions nordiques et enjeux liés au pergélisol

R 340 : La planification et la construction des mines dans le Nord doivent être faites de manière à réduire au minimum les effets néfastes sur l'environnement, dont la qualité de l'eau de surface et souterraine, les poissons, les espèces sauvages et leur habitat naturel, ainsi que d'autres caractéristiques propres aux régions nordiques, comme le pergélisol. Dans la planification des activités du cycle de vie de la mine, il faut tenir compte des facteurs suivants :

- les exigences du projet concernant les pistes d'atterrissage, les campements ou d'autres formes d'hébergement, l'entreposage des carburants et des autres fournitures, les lignes de levé et les bornes d'arpentage, l'excavation, l'entreposage des déchets et les autres infrastructures;
- la géographie et la végétation de la région, dont les caractéristiques naturelles (eskers, rivières, ruisseaux, lacs, étangs et pingos);
- les exigences particulières en matière de localisation des activités minières et des activités de surveillance, compte tenu de la présence de pergélisol.

La sensibilité et le caractère unique du Nord canadien ont plusieurs effets sur la planification de l'activité minière. Il convient de reconnaître les caractéristiques suivantes et d'en tenir compte :

- un climat extrême caractérisé par des hivers

- froids et longs et des étés courts;
- un couvert végétal très mince et sensible;
- des précipitations relativement faibles, donc des conditions arides en général;
- la présence de zones caractérisées par un substratum instable et une couche de sol mince ou absente;
- un sol gelé en permanence;
- l'existence de ressources fauniques abondantes mais sensibles aux impacts (caribou, bœuf musqué, ours blanc et oiseaux migrants).

4.3.8 CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ADAPTATION

Sites dans la phase de planification et de construction

R 341 : Des stratégies de réduction des émissions de carbone dans l'atmosphère doivent être considérées et mises en œuvre tout au long des différentes phases du cycle de vie de la mine. Les possibilités de réduction doivent inclure l'utilisation de carburants à haut rendement ou des carburants alternatifs pour les équipements et véhicules lourds.

R 342 : Dans la planification de tous les aspects de l'exploitation de la mine, explicitement la gestion des eaux et la gestion et l'entreposage des résidus miniers, il faut tenir compte des impacts potentiels des changements climatiques. Il faut consulter les prévisions régionales à long terme des changements climatiques et tenir compte des changements prévus concernant la température, les précipitations et les conditions météorologiques exceptionnelles. Dans les zones de pergélisol, il faut tenir compte des impacts potentiels des changements climatiques concernant d'autres aspects de l'infrastructure du site, tels que les routes, les pipelines et les structures sur le site, qui peuvent toutes être touchées par la détérioration du pergélisol. Il faut planifier, construire et exploiter tous les aspects de l'infrastructure du site qui pourraient être touchés par les changements climatiques de façon à réduire ou à éliminer les impacts potentiels rattachés aux changements climatiques.

Sites dans la phase d'exploitation ou de fermeture de la mine

R 343 : Les propriétaires ou les exploitants de sites dans la phase d'exploitation ou de fermeture d'une mine devraient consulter les prévisions régionales à long terme des changements climatiques. Il faut procéder à une évaluation des risques afin de cerner tous les aspects de l'infrastructure du site qui pourraient être touchés par les changements climatiques, y compris les changements prévus concernant la température, les précipitations et les conditions météorologiques exceptionnelles. Il faut planifier et mettre en œuvre des mesures pour diminuer ces risques de façon à réduire ou à éliminer les impacts potentiels rattachés aux changements climatiques.

Les changements climatiques à venir pourraient avoir d'importants impacts sur un grand nombre d'aspects de l'exploitation de la mine, il est donc important pour les installations minières de tenir compte des changements prévus en raison des changements climatiques.

Les impacts potentiels sont plus évidents dans le Nord. En particulier, les stratégies d'entreposage des résidus miniers qui dépendent de l'encapsulation dans le pergélisol des résidus pour prévenir le drainage acide et la lixiviation des métaux pourraient se trouver en péril si la détérioration du pergélisol se produit à l'avenir en raison des changements climatiques. La détérioration du pergélisol pourrait engendrer le drainage acide et la lixiviation des métaux sur ce site, à un moment quelconque dans l'avenir. De la même façon, les barrages à noyau gelé et les autres structures de confinement qui sont conçus pour rester gelés en vue de demeurer bien charpentés, pourraient être exposés à des défaillances si ces structures dégèlent. D'autres aspects de l'infrastructure du site, tels que les routes, les passerelles ou les fondations des immeubles pourraient aussi être en péril si le pergélisol se détériore au cours de la durée de vie de cette infrastructure.

Les changements climatiques peuvent avoir des impacts sur l'exploitation minière dans l'ensemble du Canada, et pas seulement dans les zones de pergélisol. En particulier, les infrastructures reliées à la gestion des eaux ainsi que les installations de gestion des résidus connexes peuvent être en péril, à moins qu'elles

n'aient été conçues de façon appropriée. Par exemple, l'infrastructure de gestion des eaux est souvent conçue pour résister à un événement pluvio-hydrologique à récurrence de cent ou de mille ans, tel qu'un épisode de précipitations grave. Cependant, s'il y a un plus grand nombre d'épisodes de précipitations extrêmes et qu'ils deviennent plus extrêmes, l'infrastructure de gestion des eaux, qui est conçue en fonction des épisodes de précipitations historiques plutôt que les événements de précipitation prévues pour l'avenir, pourrait être inadéquate.

De la même façon, les stratégies de gestion des parcs à résidus miniers dans lesquels les résidus miniers sont immergés sous l'eau, pourraient être en péril en cas de périodes de sécheresse extrêmes. Les conditions de sécheresse pourraient engendrer la perte du couvert d'eau, du moins temporairement. Cela pourrait entraîner le drainage acide et la lixiviation des métaux dans les résidus miniers.

4.4 PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE D'EXPLOITATION DE LA MINE

4.4.1 GESTION DES EAUX

R 401 : Des programmes propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour surveiller la qualité des eaux d'exhaure recueillies et des eaux d'exfiltration provenant des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers. Au minimum, ces programmes doivent :

- décrire la géologie de surface et de subsurface, dont les aquifères et les aquitards;
- répertorier et caractériser les ressources locales d'eau souterraine et leur utilisation;
- indiquer l'emplacement des stations d'échantillonnage des eaux d'exhaure et d'exfiltration et des zones de résidus miniers;
- fournir des protocoles d'échantillonnage, de manipulation et d'analyse des échantillons d'eau (lorsque les analyses sont réalisées par des laboratoires externes, le propriétaire ou l'exploitant de la mine de métaux doit posséder un exemplaire des protocoles utilisés);
- fournir une base de données sur l'eau souterraine, mise à jour après chaque échantillonnage.

Au cours de la phase d'exploitation, l'accent est mis non plus sur la planification mais sur la mise en œuvre et l'examen continu des pratiques de gestion des eaux. Les plans de gestion des eaux doivent pouvoir être adaptés afin de répondre aux situations changeantes et aux dangers nouveaux. La collecte de données de surveillance exhaustives afin de valider les hypothèses et les prévisions faites pendant la phase de planification et de construction facilite le processus de mise en œuvre et d'examen continu.

R 402 : Les modèles hydrologiques utilisés pour planifier le système de gestion des eaux doivent être réétalonnés. À cette fin, il faut notamment recueillir les données suivantes :

- des variables climatiques telles que les précipitations, la température, le rayonnement solaire, l'humidité relative ainsi que la vitesse et la direction du vent;
- le niveau des lacs et l'accumulation de neige;
- le débit des cours d'eau et des effluents;
- l'activité des castors et les barrages qu'ils ont construits, le cas échéant.

R 403 : Voici quelques activités de gestion des eaux à réaliser durant la phase d'exploitation de la mine :

- vérifier régulièrement la performance, l'état et la sécurité des installations de gestion des eaux et en faire rapport;
- inspecter les canalisations pour vérifier le débit et l'intégrité hydraulique;
- surveiller la qualité de l'eau et le niveau d'eau dans les installations de rétention, comme les parcs à résidus miniers et les bassins de sédimentation et les bassins de polissage;
- inspecter les fossés de drainage et les digues pour vérifier l'accumulation des sédiments et les éventuels dommages causés aux talus, notamment par l'érosion;
- s'efforcer d'identifier et de mettre en œuvre des façons de recycler l'eau et de minimiser le plus possible l'utilisation de l'eau fraîche.

4.4.2 GESTION DES STÉRILES ET DES RÉSIDUS MINIERS

Utilisation des stériles et des résidus miniers comme matériaux de remblayage

R 404 : Autant que possible, le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit utiliser les résidus miniers et les stériles comme matériaux de remblayage dans la mine afin de réduire la quantité de ces matériaux qu'il faudra entreposer dans les parcs à résidus miniers et les haldes de stériles.

R 405 : Il faut examiner les résidus miniers et les stériles qu'on envisage d'utiliser comme matériaux de remblayage afin de s'assurer que ces derniers seront convenables pour servir de matériaux de remblayage, particulièrement s'ils sont utilisés pour renforcer la structure des mines souterraines. Cela devrait également comprendre une évaluation des caractéristiques physiques et chimiques des matériaux en vue de s'assurer qu'ils présentent les propriétés structurales appropriées pour être utilisés sans danger dans les mines souterraines et de s'assurer que l'altération chimique de ces derniers ne porte pas atteinte à l'intégrité de ses propriétés structurales ou ne constitue pas un risque pour l'environnement.

R 406 : Si des matériaux de remblayage susceptibles de libérer des acides sont utilisés, il faut mettre en place des mesures de surveillance pour évaluer leur incidence sur la qualité des eaux d'exhaure pendant l'exploitation et après la fermeture de la mine. Les impacts potentiels sur les eaux souterraines régionales devraient aussi être évalués.

Les stériles et les résidus miniers peuvent servir de matériaux de remblayage dans les mines souterraines. Cette pratique permet de remplir les cavités de la mine et d'en renforcer ainsi la structure. Avant de servir au remblayage, les résidus sont épaissis et peuvent être mélangés à du ciment. De même, les stériles utilisés comme remblai peuvent aussi être mélangés à du ciment. Dans certaines exploitations à ciel ouvert, les stériles et les résidus miniers peuvent être utilisés pour remblayer les parties de mines à ciel ouvert épuisées au lieu d'être empilés à la surface.

Si l'on prévoit utiliser des résidus miniers ou des stériles dans des mines souterraines, il faut tenir compte d'une vaste gamme de facteurs dans l'évaluation de la pertinence des matériaux. L'utilisation de matériaux inappropriés comme matériaux de remblayage pourrait augmenter les risques de blessure ou de mortalité des travailleurs œuvrant dans les mines souterraines. Voici certains facteurs à prendre en considération, explicitement dans le cadre des résidus miniers :

- minéralogie;
- densité relative;
- taux d'humidité;
- pourcentage de matières solides;
- indice des vides;
- porosité;
- rhéologie;
- granulométrie;
- résistance à la compression d'échantillon sans confinement;
- résistance au cisaillement.

Gestion des parcs à résidus miniers

R 407 : Les parcs à résidus miniers doivent être contrôlés et surveillés conformément à une procédure officielle intégrée au SGE de la mine. Le contrôle et la surveillance doivent porter avant tout sur les aspects suivants :

- l'inspection des parcs à résidus miniers en ce qui a trait au suivi de la performance, aux indicateurs d'instabilité, au suivi de la stabilité, aux dépôts de résidus miniers, à la gestion et au contrôle de l'eau et à la qualité des effluents;
- le contrôle de la construction, y compris le recours à un programme de gestion de la construction;
- les méthodes de lutte contre les poussières;
- les mesures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité visant tous les aspects de l'exploitation, de la surveillance et de l'inspection.

À l'instar de la gestion des eaux, l'accent est mis non plus sur la planification mais sur la mise en œuvre et l'examen continu des pratiques de gestion des résidus. Il est essentiel de surveiller tous les aspects de la performance des parcs à résidus pour s'assurer qu'ils fonctionnent comme prévu.

R 408 : Toutes les procédures liées à la gestion environnementale des parcs à résidus miniers doivent être clairement documentées, tout comme le rôle et les responsabilités du personnel concerné. Il faut conserver cette documentation tout au long de l'exploitation et de la fermeture de la mine et la revoir au besoin pour s'assurer qu'elle est exacte et à jour.

L'Association minière du Canada a élaboré un document intitulé *Comment rédiger un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux* (2005) qui fournit des conseils utiles sur plusieurs aspects de la documentation du rôle des employés et des procédures de gestion :

- les rôles et responsabilités du personnel affecté aux parcs à résidus miniers;
- les procédures et processus de gestion des changements;
- les éléments clés des parcs à résidus miniers;
- les procédures d'exploitation, de surveillance de la performance et d'entretien du parc à résidus miniers pour qu'il fonctionne comme prévu, respecte les exigences des règlements et des politiques de la société et réponde aux mesures d'urgence et de planification;
- les exigences en matière d'analyse et de documentation de la performance du parc à résidus miniers.

4.4.3 SURVEILLANCE DES STÉRILES ET DES RÉSIDUS MINIERES

R 409 : Des programmes propres au site doivent être conçus et mis en œuvre pour surveiller les stériles et les résidus miniers aux fins suivantes :

- évaluer le risque de lixiviation des métaux et de drainage acide des stériles et des résidus miniers;
- vérifier les prévisions faites durant la phase de planification de la mine;
- recueillir les données requises pour la modélisation;
- évaluer la production d'acide résultant des réactions d'oxydation, ainsi que l'acidité et les produits de réaction susceptibles de migrer;
- évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre pour prévenir et limiter la lixiviation des métaux et le drainage acide;
- déterminer les risques d'infiltration de surface et de contamination de l'eau souterraine.

Les activités de surveillance permettent d'évaluer la performance environnementale de l'exploitation. La surveillance sur place peut inclure le contrôle de la sécurité de l'équipement et des installations dans les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers et celui des installations d'entreposage et d'élimination des substances dangereuses.

La surveillance des résidus et des stériles vise principalement à contrôler la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine. On contrôle souvent les eaux d'exfiltration et de ruissellement des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers afin de détecter tout changement dans la qualité de l'eau et de localiser les sources de préoccupation avant que des problèmes de qualité des effluents ne surviennent au point de rejet final. La surveillance des stériles peut aussi inclure des analyses de l'eau souterraine, de l'eau interstitielle et des propriétés des stériles.

4.4.4 GESTION DES BOUES DE TRAITEMENT

R 410 : Les boues issues du traitement des effluents miniers doivent être gérées de façon à en assurer la stabilité physique et chimique. À cette fin, le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit respecter les consignes suivantes :

- caractériser les boues de traitement afin d'évaluer le risque de lixiviation;
- éviter d'entreposer les boues de traitement avec des résidus miniers susceptibles de libérer des acides;
- entreposer les boues dans une installation physiquement sécuritaire, dans des conditions propres à garantir leur stabilité chimique;
- traiter et surveiller les eaux usées en provenance des installations d'entreposage des boues au besoin de manière à rencontrer les exigences réglementaires.

Si le propriétaire ou l'exploitant prévoit que la mine produira un fort volume de boues de traitement pendant une longue période, il doit envisager de recourir à un procédé de traitement qui produit une boue plus dense contribuant à réduire d'autant le volume de boue à entreposer.

Il faut gérer avec attention les boues issues du traitement des effluents miniers afin d'en assurer la stabilité chimique à long terme et d'empêcher tout rejet de métaux.

4.4.5 GESTION DES AUTRES PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'EAU

Gestion de l'ammoniac

R 411 : Dans les mines où des explosifs à base d'ammonium sont utilisés, il faut employer les meilleures pratiques de gestion en ce qui a trait aux sautages de même qu'à la manipulation des explosifs afin de prévenir tous déversements accidentels et de réduire les résidus d'ammonium laissés après l'explosion de manière à limiter le plus possible la contamination par les résidus d'ammonium.

R 412 : Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour surveiller et gérer l'ammoniac afin d'éviter que l'effluent final ne présente une létalité aiguë et ne nuise au milieu aquatique récepteur. Les plans doivent à tout le moins :

- identifier les sources d'ammoniac potentielles, dont les explosifs et l'hydrolyse des cyanates;
- estimer la charge d'ammoniac et déterminer si des mesures de contrôle supplémentaires sont requises;
- inclure des procédures pour faciliter la réduction de l'apport d'ammoniac dû à des déversements d'explosifs ou à d'autres fuites.

Gestion du cyanure

R 413 : En mettant à profit les différents éléments de la recommandation R 321, le transport, l'entreposage, l'utilisation et le traitement du cyanure et des composés cyanurés doivent respecter les pratiques décrites dans le Code international de gestion du cyanure (Institut international de gestion du cyanure, 2002). En particulier, dans les mines où l'on emploie du cyanure, il faut :

- mettre en œuvre des mesures préventives et d'atténuation visant à protéger le poisson et la faune des rejets directs et indirects de solutions de traitement cyanurées dans l'eau de surface et souterraine;
- mettre en œuvre des programmes de surveillance de routine afin d'évaluer les effets de l'exposition au cyanure chez les espèces sauvages et sur la qualité de l'eau souterraine et de surface;
- planifier et mettre en œuvre des procédures efficaces lorsque les installations de cyanuration

seront démantelées afin de protéger l'eau souterraine et de surface.

Gestion des thiosels

R 414 : S'il y a risque de présence de thiosels dans les eaux usées issues du traitement du minerai, il faut respecter les consignes suivantes :

- prendre les mesures nécessaires pour minimiser le rejet de résidus chargés de thiosels dans l'environnement soit en recyclant l'eau pour la réutiliser dans l'installation de traitement du minerai ou en mettant en œuvre les mesures nécessaires pour assurer la dégradation des thiosels sur place;
- élaborer et mettre en œuvre des programmes de surveillance de la concentration des thiosels dans les eaux usées en plus de vérifier l'abaissement du pH en aval;
- mettre en place des systèmes de traitement ou des mesures d'atténuation visant à réduire la concentration de thiosels dans l'effluent avant le rejet de l'effluent dans l'environnement.

4.4.6 GESTION DES QUESTIONS LIÉES À LA QUALITÉ DE L'AIR

Mesures de contrôle des émissions de gaz à effet de serre

R 415 : Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre. Les plans doivent décrire les éléments suivants :

- les sources potentielles d'émission de gaz à effet de serre;
- les facteurs susceptibles d'influer sur les émissions de gaz à effet de serre;
- les mesures nécessaires pour réduire au minimum les émissions de gaz à effet de serre;
- les programmes de surveillance et de signalement des émissions de gaz à effet de serre;
- les mécanismes visant à incorporer les résultats des programmes de surveillance afin d'améliorer les mesures de réduction des émissions;
- les mécanismes de mise à jour périodique du plan.

Mesures de contrôle des émissions de particules aéroportées

R 416 : Des plans propres au site doivent être élaborés et mis en œuvre pour réduire au minimum les émissions de particules aéroportées. Les plans doivent décrire les éléments suivants :

- les sources potentielles d'émissions de particules aéroportées, y compris les activités précises et les éléments spécifiques de l'infrastructure de la mine;
- les facteurs, y compris le climat et le vent, susceptibles d'influer sur les émissions de particules aéroportées;
- les risques potentiels pour l'environnement et la santé humaine qui résultent des émissions de particules aéroportées;
- les mesures requises pour réduire au minimum les émissions de particules aéroportées en provenance des sources répertoriées;
- les programmes de surveillance des conditions météorologiques locales, lesquelles seront prises en compte dans la gestion continue des émissions de particules aéroportées;
- les programmes de surveillance et de signalement des émissions de particules aéroportées et de leurs effets environnementaux;
- les mécanismes visant à incorporer les résultats des programmes de surveillance afin d'améliorer les mesures de réduction des émissions;
- les mécanismes de mise à jour périodique des plans.

R 417 : Conformément au standard pancanadien pour les particules, la concentration de particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 microns ($PM_{2,5}$) ne peut dépasser $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne calculée sur 24 heures) hors des limites des installations minières.

Les particules, surtout celles de diamètre inférieur à 10 microns (μm), peuvent affecter la santé humaine et l'environnement. Elles peuvent être nocives lorsqu'elles contiennent des métaux ou d'autres contaminants. Des problèmes d'émissions de particules aéroportées peuvent survenir tout au long du cycle de vie d'une mine. La présente analyse et les recommandations qui s'y rapportent doivent être prises en considération pendant les autres phases du cycle de vie de la mine,

surtout lors de la construction et de la fermeture. Les particules aéroportées peuvent être émises au cours de plusieurs activités minières : sautage, concassage, chargement, transport et transbordement entre des convoyeurs. Les exploitations à ciel ouvert, les haldes de stériles, les parcs à résidus miniers et les aires de déchargement sont autant de sources possibles de particules aéroportées. Le vent peut déplacer les particules sur une assez grande distance avant qu'elles ne se déposent.

4.4.7 GESTION DU BRUIT ET DES VIBRATIONS

Mesures de réduction du bruit

R 418 : Il faut réaliser des évaluations propres au site pour repérer les sources existantes ou potentielles de bruit et mettre en œuvre des mesures visant à réduire le niveau de bruit qui leur est associé. Les mesures suivantes peuvent notamment être envisagées :

- éliminer les sources de bruit;
- acheter de l'équipement moins bruyant;
- entretenir adéquatement l'équipement;
- isoler ou recouvrir les sources de bruit;
- supprimer le bruit à la source;
- choisir des emplacements en fonction des sources de bruit de manière à favoriser l'atténuation naturelle du bruit et à réduire ainsi le niveau de bruit;
- limiter les activités bruyantes aux horaires convenus avec les collectivités locales.

Il faut assurer le suivi de ces mesures afin d'évaluer leur efficacité et d'envisager de nouvelles façons de réduire le bruit.

Bruit ambiant provenant de l'exploitation minière

R 419 : Dans les aires résidentielles qui jouxtent les sites miniers, le niveau acoustique équivalent résultant des activités minières ne devrait pas dépasser 55 décibels A (dBA) pendant le jour et 45 dBA la nuit. Le bruit ambiant peut aussi avoir une incidence sur les animaux sauvages, donc le personnel qui travaille sur les sites dans les régions éloignées devrait déployer des efforts pour atteindre ces objectifs concernant les niveaux du bruit ambiant hors site.

Contrôle du bruit et des vibrations dus aux sautages

R 420 : Dans les régions où aucun règlement ne régit le bruit et les vibrations du sol occasionnés par les sautages, il faut respecter les critères suivants aux limites ou hors des limites de la propriété minière :

- vibrations du sol limitées à une vitesse de crête des particules de 12,5 mm/sec, mesurée sous le niveau du sol ou à moins d'un mètre au-dessus du niveau du sol;
- niveau de bruit percutant limité à 128 dB.

Sautage à l'intérieur ou à proximité de plans d'eau où vivent des poissons

R 421 : Tout sautage réalisé à l'intérieur ou à proximité de plans d'eau où vivent des poissons doit être conforme aux *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes*, préparées par Pêches et Océans Canada (1998).

Les vibrations et le bruit causés par les sautages peuvent affecter les collectivités et les structures voisines de la mine, mais les sautages effectués dans les plans d'eau où vivent des poissons ou près de ceux-ci peuvent également perturber, blesser ou tuer des poissons et entraîner la dégradation, la perturbation ou la destruction de leur habitat. Les *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes* fournissent des renseignements sur la conservation et la protection des poissons et de leur habitat contre les effets découlant de l'utilisation d'explosifs confinés ou non confinés à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes.

4.4.8 FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DES MOTEURS

R 422 : Pendant l'entretien et le fonctionnement des moteurs de véhicules ou d'équipement stationnaire, il faut réduire au minimum les émissions des principaux contaminants atmosphériques, en particulier :

- les particules totales;
- les particules de diamètre inférieur ou égal à 10 microns (PM_{10});
- les particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 microns ($PM_{2,5}$);

- les oxydes de soufre (SO_x);
- les oxydes d'azote (NO_x);
- les composés organiques volatils (COV);
- le monoxyde de carbone (CO).

R 423 : Les ateliers d'entretien doivent être exploités de façon à assurer une gestion adéquate des contaminants potentiels, comme les lubrifiants usés, les vieilles batteries et les autres déchets. Il faut en outre établir des mécanismes appropriés pour éliminer ces matériaux. Les entrepôts doivent être gérés de façon à ce que toute manipulation de matériaux potentiellement dangereux respecte les procédures décrites en détail dans le système de gestion environnementale de la mine.

Les moteurs utilisés pendant l'exploitation de la mine, tant dans les véhicules et que dans l'équipement stationnaire, comme les génératrices, doivent être entretenus de manière à réduire au minimum les émissions atmosphériques et à atténuer ou à prévenir les émissions associées à l'entretien des véhicules.

4.4.9 REMISE EN ÉTAT PROGRESSIVE

R 424 : Durant le cycle de vie de la mine, il faut procéder à la remise en état progressive du site afin de réduire les effets environnementaux et les mesures à prendre pendant la phase de fermeture. Dans le cadre du plan de fermeture, le propriétaire ou l'exploitant d'une mine de métaux doit élaborer un calendrier de remise en état progressive propre au site. Ce calendrier, mis à jour à intervalles réguliers, permettra au personnel de la mine de surveiller l'état d'avancement des activités de remise en état. Ces dernières doivent tenir compte des objectifs définis pour la fermeture du site minier et de son utilisation prévue après la fermeture.

On entend par « remise en état progressive » la remise en état de certaines parties du site avant la cessation des activités minières et le début de la phase de fermeture. La remise en état progressive peut présenter de nombreux avantages, dont les suivants :

- la réduction des émissions de particules aéroportées, de l'érosion et de la sédimentation provenant des matériaux exposés;
- la réduction possible des responsabilités à long terme grâce à l'exécution de travaux de remise en

état pendant la phase d'exploitation, ce qui évite d'assumer tous les coûts associés à la fermeture pendant la phase de fermeture;

- la possibilité de mettre à l'essai le plan de fermeture de la mine et de l'améliorer sur la base des résultats obtenus;
- la possibilité d'identifier les domaines de recherche et de remise en état prioritaires.

Remise en état progressive des haldes de stériles et des parcs à résidus miniers

R 425 : Autant que possible, les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers doivent être remis en état de façon progressive durant la phase d'exploitation de la mine. Les activités de remise en état doivent se dérouler de manière conforme aux objectifs propres du site en ce qui a trait à la fermeture de la mine ainsi qu'à l'utilisation souhaitée du site après la fermeture tels qu'identifiés dans le plan de fermeture.

La planification et la mise en œuvre des mesures progressives de remise en état devraient tenir compte des facteurs suivants :

- l'aspect final des haldes de stériles;
- la mise en place d'un système de drainage final;
- la mise en place de couvertures humides ou sèches là où on prévoit utiliser ces systèmes pour prévenir ou limiter le drainage acide;
- le rétablissement de la végétation dans les zones dénudées.

Remise en état progressive de l'infrastructure du site minier

R 426 : Autant que possible, l'infrastructure du site minier sera remise en état de façon progressive durant la phase d'exploitation de la mine. Cette remise en état peut concerner par exemple les routes désaffectées et les zones occupées par les activités préliminaires, comme les sites ayant servi au forage ou les campements érigés durant la phase d'exploration ou de construction.

4.5 PRATIQUES DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DURANT LA PHASE DE FERMETURE DE LA MINE

4.5.1 ÉVALUATION ET RÉVISION DES PLANS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE EXISTANTS

R 501 : À la fin de la phase d'exploitation de la mine et tout au long de la phase de fermeture, les plans de gestion des divers aspects environnementaux de la mine qui ont été élaborés et mis en œuvre à une étape antérieure du cycle de vie minier doivent faire l'objet d'évaluations et de révisions. Il faut veiller à ce qu'ils demeurent adéquats, compte tenu des conditions changeantes qu'entraîne la fermeture de la mine. Une attention particulière doit être accordée à l'évaluation et à la révision des plans suivants :

- plans de prévention de la pollution;
- plans de gestion de l'environnement;
- plans de surveillance et d'inspection des installations de protection de l'environnement;
- plans de surveillance de l'environnement;
- plans d'urgence.

Il est aussi important que ces plans soient adaptés aux conditions et aux besoins du site une fois que tous les éléments du plan de fermeture de la mine auront été mis en œuvre, surtout si ces plans sont toujours requis au cours de la période de post-fermeture.

Idéalement, après la fermeture du site minier, les effluents n'auront pas à être traités. Toutefois, même dans ce cas, il sera peut-être nécessaire de procéder à des contrôles et à des inspections périodiques afin de s'assurer du bon état et du bon fonctionnement des ouvrages, tels que les barrages et les couvertures des stériles et des résidus.

4.5.2 FINANCEMENT DE LA FERMETURE DE LA MINE ET DE LA SURVEILLANCE, DE L'ENTRETIEN ET DU TRAITEMENT À LONG TERME

Coûts de fermeture de la mine

R 502 : Tout au cours du cycle de vie de la mine, il faut réévaluer les coûts de fermeture prévus. Le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit disposer de fonds

suffisants pour défrayer toutes les dépenses associées à la fermeture et rajuster le montant de tout dépôt de garantie en conséquence.

Financement de la surveillance, de l'entretien et du traitement à long terme

R 503 : S'il s'avère qu'un site doit faire l'objet d'une surveillance, d'un entretien ou d'un traitement à long terme des effluents après la fermeture, il faut élaborer et mettre en œuvre des mécanismes pour assurer la disponibilité d'un financement adéquat, stable et à long terme pour ces activités. Pour déterminer le niveau de financement nécessaire, il faut tenir compte des réserves d'urgence en cas de changement de la situation économique, de bris potentiels des systèmes ou de réparations majeures à effectuer après la fermeture de la mine.

Toutes les autorités législatives canadiennes exigent des compagnies minières qu'elles fournissent des garanties financières pour les coûts de réparation de tout dommage environnemental. Il est important de s'assurer que tous les facteurs soient considérés pour que les fonds nécessaires soient suffisants.

4.5.3 INTERRUPTION DE L'EXPLOITATION ET INACTIVITÉ DES MINES

R 504 : Le propriétaire ou l'exploitant de la mine doit élaborer un plan d'entretien et de maintenance du site minier en cas d'interruption des activités minières ou d'inactivité due à d'autres causes. Le plan doit prévoir la poursuite de la surveillance et de l'évaluation de la performance environnementale du site, de même que le maintien de toutes les mesures de contrôle de l'environnement nécessaires pour garantir le respect intégral des règlements pertinents.

Il sera parfois nécessaire de suspendre l'exploitation d'un site minier. Puisque les activités reprendront ultérieurement, le propriétaire ou l'exploitant n'a pas à mettre en œuvre le plan de fermeture. Toutefois, les mines où les activités ont été interrompues peuvent constituer des sources de rejets dans l'environnement; il faut donc mettre en place des mesures visant à assurer la protection de l'environnement pendant la période d'inactivité.

4.5.4 ASPECTS À CONSIDÉRER LORS DE LA FERMETURE D'UNE MINE

R 505 : Les activités de fermeture d'une mine doivent tenir compte des aspects environnementaux suivants :

- les installations minières souterraines et à ciel ouvert;
- les installations de traitement du minerai et l'infrastructure du site;
- les haldes de stériles et les parcs à résidus miniers;
- les aires d'entreposage des boues aussi bien que les exigences progressives d'entreposage des boues après la fermeture;
- les installations de gestion des eaux;
- les sites d'enfouissement et les installations d'entreposage des déchets;
- les zones d'exploration.

Plusieurs des questions environnementales propres à la phase de fermeture sont communes à tous les types de mines de métaux, même si certains sites posent des problèmes uniques, comme la remise en état des sites de déchets radioactifs dans les mines d'uranium.

4.5.5 FERMETURE DES MINES SOUTERRAINES ET DES MINES À CIEL OUVERT

R 506 : Si cela est possible sur le plan technique et économique, les infrastructures souterraines ou à ciel ouvert (p. ex. les concasseurs, les voies ferrées, les structures métalliques, les conduites d'eau et les tuyaux d'air) et les équipements (p. ex. les ventilateurs et les pompes) doivent être retirés du site. Il faut inspecter tout équipement laissé dans les mines souterraines ou à ciel ouvert et mettre en œuvre des mesures correctives, au besoin, afin de s'assurer qu'il n'y ait aucun risque de fuite de contaminants après la fermeture.

R 507 : Au cours de la fermeture de mines souterraines ou à ciel ouvert, il faut répertorier toute contamination associée à l'utilisation et à l'entretien des véhicules et des équipements et mettre en œuvre des mesures correctives, au besoin.

R 508 : Il faut sécuriser les mines souterraines et des panneaux devraient être installés pour prévenir le public des dangers potentiels. Dans l'éventualité où les ouvertures souterraines servent de refuge aux chauves-souris, des portes devraient être installées pour qu'elles puissent y avoir accès tout en protégeant le public.

R 509 : Dans le cas des mines souterraines, il faut évaluer le risque d'affaissement et prendre les mesures nécessaires pour prévenir tout affaissement lorsque le risque est jugé important. La principale mesure consiste à remblayer les chantiers souterrains vides.

R 510 : En autant qu'il soit possible, les mines à ciel ouvert devraient être remblayées ou ennoyées pour empêcher tout accès non autorisé et assurer la sécurité du public. Par contre, si cette approche est impossible, des clôtures devraient être utilisées pour protéger le public. Dans tous les cas, des panneaux devraient être utilisés pour signaler au public les dangers possibles associés au site.

La sécurité du public constitue la principale préoccupation lors de la fermeture des installations minières. Il faut sécuriser toutes les ouvertures des mines souterraines afin d'en interdire l'accès sans autorisation. En autant qu'il est possible, le remblayage ou l'ennoisement de la mine est préférable puisque l'utilisation de clôtures requière qu'elles soient inspectées et entretenues. Les effondrements sont une autre source de préoccupation. Ceux-ci surviendront s'il se produit un affaissement dans une galerie souterraine, entraînant une instabilité à la surface et, dans certains cas, un affaissement de terrain dans la mine. Un tel événement peut être particulièrement dangereux dans une zone habitée ou lorsque l'effondrement affecte une route ou une voie ferrée.

Sur le plan environnemental, les rejets d'eaux d'exhaure provenant des chantiers miniers et le risque de contamination subséquente de l'eau de surface représentent la principale préoccupation.

R 511 : Le risque de rejet d'eaux d'exhaure doit être évalué. Dans le cas des mines souterraines, il faut faire une évaluation hydrogéologique. Dans le cas des mines à ciel ouvert, on peut dresser le bilan hydrique et, dans certains cas, réaliser une évaluation hydrogéologique. Si on prévoit un rejet d'eaux d'exhaure, il faut en estimer le débit.

R 512 : S'il subsiste un risque de rejet d'eaux d'exhaure après la fermeture de la mine, il faut prévoir la qualité du rejet. Après la phase de fermeture, il faut évaluer la qualité des eaux d'exhaure afin de vérifier l'exactitude des prévisions.

R 513 : S'il subsiste un risque de rejet d'eaux d'exhaure de mauvaise qualité, il faut prendre les mesures nécessaires pour prévenir ou limiter ce rejet et recueillir les eaux d'exhaure en vue de leur traitement. À titre préventif, on peut notamment obturer les ouvertures de la mine pour empêcher tout rejet.

4.5.6 DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DE MINÉRAI ET DE L'INFRASTRUCTURE DU SITE

R 514 : Sur le site, les installations de même que les équipements qui ne sont plus utilisés doivent être enlevés et entreposés de façon sécuritaire à moins que ces derniers doivent être préservés pour leur utilisation après la fermeture du site. Autant que possible, il faut tenter de les vendre pour qu'ils soient réutilisés ailleurs ou les envoyer au recyclage plutôt que de les mettre aux rebuts.

Le démantèlement des installations de traitement de minerai et des autres structures sur le site dépend de l'usage prévu des terrains après la fermeture de la mine. Normalement, on enlève le matériel du chantier et on le vend pour qu'il soit récupéré ou réutilisé ailleurs.

Bâtiments et fondations

R 515 : Les bâtiments doivent être démolis, sauf dans les cas où ils doivent être conservés pour leur utilisation après la fermeture. Les fondations doivent être enlevées ou être recouvertes d'une couche de sol suffisamment épaisse pour favoriser le reverdissement.

R 516 : Si l'on veut conserver les bâtiments, soit comme ressource patrimoniale ou pour toute autre utilisation après la fermeture, les structures et les fondations doivent être inspectées afin de s'assurer qu'elles ne sont pas contaminées. Si elles le sont, des mesures correctives doivent être prises, si cela est nécessaire, pour assurer la santé et la sécurité du public en vue de leur utilisation après la fermeture.

Infrastructures secondaires

R 517 : Les infrastructures secondaires, telles que les réservoirs d'entreposage des combustibles, les pipelines, les convoyeurs et tous autres équipements souterrains, doivent être enlevées sauf dans les cas où elles seront conservées pour leur utilisation après la fermeture.

Routes

R 518 : Les routes d'accès principales au site (ou la voie de roulement dans le cas de sites éloignés) et les autres chemins d'accès du site, selon le cas, doivent être conservés d'une façon adéquate afin de permettre l'accès au site après sa fermeture en vue d'en faire la surveillance et de procéder aux inspections et aux activités d'entretien.

R 519 : Les routes, les voies de roulement et les voies ferrées qui ne seront pas conservées lors de la fermeture du site doivent être restaurées. La remise en état du site doit comprendre ce qui suit.

- Les ponts, les ponceaux et les tuyaux doivent être enlevés et les apports naturels doivent être restaurés. Les berges doivent être stabilisées en reverdissant ou en construisant des perrés.
- Les surfaces, les accotements, les escarpements, les talus, les bermes régulières et irrégulières, entre autres, doivent être remis en état pour prévenir l'érosion.
- Les surfaces et les accotements doivent être décapés, restaurés pour avoir des contours naturels et reverdis.

Infrastructures électriques

R 520 : Les infrastructures électriques, y compris les pylônes ainsi que les câbles et les transformateurs électriques, doivent être démontées et enlevées, sauf dans les cas où ces dernières devront être conservées pour leur utilisation après la fermeture ou dans le cas où elles seront nécessaires pour la surveillance, l'inspection et l'entretien après la fermeture du site. Cela inclut les infrastructures sur le site ainsi que toutes infrastructures hors site appartenant à la société minière.

R 521 : Si des biphényles polychlorés (BCP) ont été utilisés sur le site, il faut se départir de tout équipement contaminé par les BCP de façon appropriée conformément à la réglementation en vigueur. Les sols et les sous-sols près des centrales électriques doivent être examinés en vue de déterminer s'il y a eu contamination par les BCP. Si les sols sont contaminés par les BCP, ces derniers doivent être décontaminés de façon appropriée.

Entreposage des déchets et contamination

R 522 : Les déchets provenant du démantèlement des installations de traitement du minerai et des infrastructures du site, tels que les déchets produits au cours de la démolition des bâtiments et de l'enlèvement de l'équipement, doivent être transportés à l'extérieur du site et enfouis dans un site approprié ou entreposés sur place de façon adéquate et conformément à la réglementation en vigueur. Si le matériel est entreposé sur place, l'emplacement et le contenu des déchets enfouis doivent être documentés.

R 523 : Il faut échantillonner et analyser le sol et les autres matériaux afin de s'assurer qu'ils ne sont pas contaminés (p. ex. avec de l'amiante et du mercure des bâtiments). Si des matériaux sont contaminés, il faut les manipuler et les entreposer de façon appropriée, conformément aux règlements pertinents.

4.5.7 FERMETURE DES HALDES À STÉRILES ET DES PARCS À RÉSIDUS MINIERS

Divers facteurs doivent être pris en considération au moment de la fermeture des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers. Les principales préoccupations tiennent à la stabilité à long terme de ces installations et aux risques de lixiviation des métaux et de drainage acide. Il faudra peut-être restreindre l'accès à ces installations afin, par exemple, de les protéger contre les dommages qui résulteraient de certaines activités post-fermeture, comme l'utilisation de véhicules.

Stabilité physique à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers

R 524 : À la fin de la phase d'exploitation de la mine, des évaluations ainsi que des inspections détaillées des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers, particulièrement les digues et autres ouvrages de confinement, doivent être faites. L'objectif de ces évaluations ainsi que des inspections a pour but d'évaluer le comportement présent et de le comparer aux prévisions faites au moment de la conception en fonction des conditions post-fermeture prévues. Voici quelques facteurs à prendre en considération :

- l'ampleur de la déformation;
- le taux et la qualité de l'eau d'exfiltration;
- l'état des fondations et des parois latérales;
- les charges de conception, qui peuvent être différentes après la fermeture de la mine.

R 525 : À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut réaliser une évaluation globale des risques associés à la fermeture de la mine afin :

- d'évaluer les risques à long terme associés aux divers modes de défaillance possibles des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers;
- de déterminer les conséquences possibles d'une défaillance sur l'environnement, la santé humaine et la sécurité;
- de déterminer les paramètres cruciaux de ces modes de défaillance et conséquences possibles;
- d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies de contrôle à long terme pour gérer les risques répertoriés.

Tel qu'il est mentionné aux sections 4.3.3 et 4.3.4, la stabilité à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers revêt une grande importance. La stabilité des barrages et des ouvrages de confinement est vitale, car un bris après la fermeture peut avoir des conséquences aussi graves que s'il survenait pendant la phase d'exploitation.

R 526 : Aux endroits où des risques à long terme ont été définis conformément à la recommandation R 524, il faut élaborer et mettre en œuvre un plan de surveillance et d'entretien à long terme des haldes à stériles et des parcs à résidus miniers, adopté aux besoins de surveillance et d'entretien de ces installations après la fermeture. Le plan

doit comprendre les éléments suivants :

- la description des rôles et responsabilités des personnes affectées à la surveillance et à l'entretien;
- la liste des aspects à surveiller et la fréquence de la surveillance;
- la liste et la fréquence des activités d'entretien courant;
- la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème décelé au cours des activités de surveillance et d'entretien courant.

Prévention, contrôle et traitement des lixiviats et du drainage acide

R 527 : À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut réévaluer et réviser au besoin les plans de gestion des stériles et des résidus miniers visant à prévenir, à limiter et à traiter les lixiviats et le drainage acide afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des points suivants :

- les résultats de la réévaluation de l'efficacité de ces installations;
- l'efficacité de la remise en état progressive réalisée jusque-là;
- les technologies de remplacement envisageables pour la fermeture.

R 528 : Aux endroits où des risques à long terme de lixiviation des métaux ou de drainage acide ont été recensés, il faut réviser et mettre à jour les programmes de surveillance des stériles et des résidus miniers élaborés conformément à la recommandation R 409 afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Après révision, les plans doivent comprendre les éléments suivants :

- la description des rôles et responsabilités des personnes affectées à la surveillance;
- la liste des paramètres à surveiller et la fréquence de la surveillance;
- la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème décelé au cours des activités de surveillance courante.

Les pratiques de prévention, de contrôle et de traitement des lixiviats et du drainage acide pendant

et après la fermeture constituent en grande partie une extension des pratiques élaborées et mises en place au cours des autres phases du cycle de vie de la mine.

Même si aucun problème de lixiviation ou de drainage acide n'a été décelé pendant la phase d'exploitation, il se peut qu'il y ait des risques de lixiviation ou de drainage acide après la fermeture de la mine. Les prévisions faites à une étape antérieure du cycle de vie de la mine devraient avoir permis de déterminer ces risques à long terme. En cas de risque à long terme, il est important de surveiller les stériles et les résidus pendant et après la fermeture.

Fermeture dans des conditions de pergélisol

R 529 : Pour les mines situées dans le pergélisol, les pentes situées en aval des ouvrages de confinement des résidus doivent être reverdies.

La fermeture de mine dans les régions où le pergélisol est présent exige une attention spéciale. Les parcs à résidus miniers peuvent aussi être recouverts et reverdis. L'utilisation d'un couvert ainsi que le reverdissement contribuent au développement du pergélisol dans les résidus en élevant la limite inférieure de la couche active du pergélisol à l'intérieur des matériaux ayant servi de couverture plutôt que de demeurer à l'intérieur des résidus. Lorsqu'il est impossible de recouvrir les parcs à résidus, le ruissellement excédentaire à l'évaporation, peut être assez important pour qu'il puisse être canalisé derrière l'étang de sorte qu'un évacuateur permanent peut être nécessaire.

Fermeture des parcs à résidus des mines d'uranium

R 530 : Dans le cas des mines d'uranium, des mesures particulières doivent être prises lors de la fermeture des parcs à résidus miniers afin de prévenir ou de limiter les émissions de radon. Parmi ces mesures figurent la mise en place d'une ou de plusieurs couches de sol sur les stériles et des résidus pauvres en uranium ou l'emploi d'une couverture aqueuse.

La fermeture des parcs à résidus des mines d'uranium exige qu'on porte une attention spéciale à la prévention et au contrôle des émissions de radon.

4.5.8 GESTION ET TRAITEMENT DES EAUX

Gestion des eaux

R 531 : À la fin de la phase d'exploitation de la mine, il faut évaluer et réviser au besoin les plans de gestion des eaux afin qu'ils soient conformes aux objectifs et aux plans de fermeture et de post-fermeture de la mine. Cette évaluation doit tenir compte des éléments suivants :

- les résultats d'une évaluation de l'efficacité du plan de gestion des eaux en vigueur;
- les changements prévus dans le débit d'eau et le bilan hydrique du site;
- les changements prévus dans le volume et la composition des eaux usées.

En fonction de cette évaluation, il faut déterminer ce qui suit :

- les ouvrages de gestion des eaux qui ne sont plus utiles, comme les digues et les fossés de dérivation, les méthodes à employer pour fermer ces ouvrages et le calendrier des travaux de fermeture;
- les ouvrages de gestion des eaux toujours utiles et les éventuels besoins d'entretien ou de remplacement à long terme de ces ouvrages;
- les ouvrages de gestion des eaux qui doivent être modifiés, les méthodes à utiliser, le calendrier des travaux de modification et les éventuels besoins d'entretien à long terme de ces ouvrages;
- la surveillance à long terme requise pour que le système de gestion des eaux continue de fonctionner comme prévu.

Pendant la phase de fermeture, il se peut que des changements importants soient apportés à la gestion des eaux du fait de la réduction de la consommation d'eau sur le site, de la diminution des activités et de la remise en état du site. Par conséquent, il se peut que les plans de gestion des eaux mis en œuvre pendant la phase d'exploitation ne soient plus appropriés et que l'on puisse en éliminer certaines composantes. De plus, il se peut que les études et les évaluations aient mis en évidence de nouveaux besoins en matière de gestion.

Traitement à long terme des eaux usées

R 532 : Aux endroits où il a été déterminé que les eaux usées devront être traitées longtemps après la fermeture de la mine, il faut élaborer et mettre en

œuvre un plan de traitement à long terme des eaux usées. Ce plan doit comprendre les éléments suivants :

- la description des rôles et responsabilités des personnes chargées du fonctionnement et de l'entretien du système de traitement;
- la description du système de traitement à employer;
- la description des éventuels sous-produits du traitement, par exemple les boues, et du plan de gestion prévoyant le traitement de ces sous-produits;
- la liste et la fréquence des activités d'entretien courant du système de traitement;
- la description des activités de surveillance requises pour évaluer l'efficacité continue du système de traitement, ainsi que la fréquence de surveillance;
- la liste des exigences en matière de rapports de la direction de la mine et des organismes de réglementation;
- la description des mesures d'urgence prévues pour régler tout problème associé au système de traitement.

La mise en œuvre d'un système de traitement passif devrait être considérée. Dans certains cas, de tels systèmes peuvent avoir des exigences moindres en matière de maintenance comparativement à des systèmes de traitement conventionnels bien que tout système requière toujours un certain niveau de maintenance.

Lorsqu'un traitement à long terme des eaux usées d'une mine s'avère nécessaire pendant et après la fermeture, il faut élaborer un plan de traitement à long terme. Compte tenu des changements possibles dans le volume et la composition chimique des eaux usées pendant et après la fermeture, il se peut que les systèmes de traitement utilisés pendant l'exploitation de la mine ne soient plus appropriés.

4.5.9 REMISE EN ÉTAT ET REVERDISSEMENT DU SITE MINIER

R 533 : L'aménagement du terrain après la fermeture doit être conçu de façon à satisfaire aux objectifs de fermeture de la mine et à l'utilisation après la fermeture du site.

R 534 : Le rétablissement d'une couverture végétale sur le site doit tenir compte des caractéristiques du sol qui sera utilisé et des exigences pédologiques des végétaux considérés. Autant que possible, il faut réutiliser les morts-terrains enlevés et empilés à une étape antérieure du cycle de vie de la mine. Si cela est impossible ou si la quantité de morts-terrains est insuffisante, il faut utiliser de la terre de source locale afin d'obtenir une composition pédologique similaire et éviter d'importer des graines non indigènes.

R 535 : Les espèces choisies pour le reverdissement et la communauté végétale résultante doivent satisfaire aux objectifs de fermeture de la mine et à l'utilisation prévue après la fermeture du site. Il faut choisir des espèces indigènes de la région et on ne devrait jamais planter des espèces envahissantes.

Les travaux de remise en état et de reverdissement doivent faire en sorte que le site minier redevienne un écosystème productif et autosuffisant. Cet écosystème pourra ressembler à celui qui existait avant le début des activités minières ou constituer un écosystème différent mais tout autant bénéfique.

4.5.10 SURVEILLANCE

R 536 : Lors de la fermeture de la mine, il faut concevoir et mettre en œuvre des programmes de surveillance pour que les activités de fermeture et les effets sur l'environnement correspondent aux prévisions du plan de fermeture et que le déroulement de la phase de fermeture satisfasse les objectifs fixés. Les activités de surveillance doivent inclure bon nombre des activités menées durant l'exploitation de la mine. La surveillance des écosystèmes aquatiques et terrestres doit se poursuivre jusqu'à la fin des travaux de fermeture de la mine. Il faut aussi continuer d'exercer une surveillance après la fermeture afin de s'assurer que les activités de fermeture et de remise en état du site sont conformes aux exigences réglementaires pertinentes.

Il est essentiel d'exercer une surveillance pendant la phase de fermeture pour garantir le respect des objectifs d'utilisation finale des terrains et déterminer si cette utilisation est viable.

GLOSSAIRE

A

Acide : Substance contenant de l'hydrogène qui, en solution aqueuse, a tendance à libérer des ions hydrogène (protons); ou substance ayant tendance à perdre des protons.

B

Boue : Mélange de liquides et de solides.

C

Concentré de minerai : Sous-produit final de la concentration ou de la séparation au cours du procédé de traitement du minerai.

Contaminant : Toute substance physique, chimique ou biologique introduite dans l'environnement. N'a pas nécessairement un effet. Désigne habituellement une substance anthropique.

Cyanuration : Méthode d'extraction des grains d'or ou d'argent présents dans le minerai concassé ou moulu qui consiste à dissoudre ce dernier dans une solution de cyanure à faible concentration. On peut l'utiliser dans des réservoirs placés dans une usine ou dans des amas de minerai à ciel ouvert.

Cyanure : Sel chimique inorganique d'acide cyanhydrique (HCN) utilisé dans le procédé de traitement du minerai pour dissoudre les métaux précieux, comme l'or et l'argent.

D

Dissolution : Processus de désagrégation d'une substance solide dans un solvant conduisant à la formation d'une solution (une étape de la lixiviation).

Drainage acide : Eau acide (pouvant contenir des métaux) résultant d'une altération chimique de matériaux rocheux ou constitutifs du sol causée principalement par l'oxydation de minéraux sulfurés. Aussi appelé drainage rocheux acide (DRA), drainage minier acide (DMA) ou exhaure de roches acides.

E

Eau usée : Toute eau dont la qualité a été affectée de manière négative par l'intervention de l'homme. Dans le cas d'activités à la mine ou sur le site minier, les eaux usées

comprennent toute eau produite dans le cadre d'un processus avant leur évacuation dans un *effluent*, y compris les eaux de ruissellement de la mine et du site. Les **eaux usées domestiques** réfèrent précisément à des eaux usées de sources non industrielles comme les eaux de lessive et autres eaux de lavage et d'égout.

Échantillonnage en vrac : Méthode par laquelle un échantillon (aussi appelé échantillon global) est prélevé d'un *gisement* pour analyse. L'échantillonnage en vrac se veut représentatif du gisement.

Écosystème : Complexe dynamique de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de leur environnement non vivant qui interagissent comme une unité fonctionnelle.

Effluent : Déchet complexe qui est un sous-produit de l'activité humaine (c.-à-d. déversement liquide d'origine industrielle ou eaux d'égout) et qui peut être rejeté dans l'environnement.

Espèce : Groupe de plantes, d'animaux ou de microorganismes fortement similaires et qui ne peuvent généralement se reproduire qu'entre eux.

Essai de toxicité : Moyen par lequel on détermine la *toxicité* d'un produit chimique ou d'une matière. On utilise un test de toxicité pour mesurer le niveau de réaction lors d'une exposition à un stimulus spécifique (ou à une concentration de produit chimique).

Exploitation minière : Excavation effectuée dans le but d'extraire des *minéraux* utiles d'un *gisement de minerai*. Il peut s'agir d'une *mine à ciel ouvert* ou d'une mine souterraine.

Exploitation à ciel ouvert : Terme utilisé pour distinguer cette forme d'exploitation minière des méthodes d'extraction qui nécessitent le creusement de tunnels dans la terre. On a recours aux exploitations à ciel ouvert lorsque des gisements de minerai se trouvent près de la surface, où l'épaisseur des *morts-terrains* est relativement mince ou que le matériau d'un intérêt particulier ne se prête pas structurellement au creusement de tunnels. Cette méthode est aussi appelée exploitation en découverte.

Exploration : Prospection, échantillonnage, cartographie, sondage au diamant et toute autre activité reliée à la recherche de *minerai*. Dans certains cas, les activités minières

exploratoires sont menées à petite échelle afin de localiser les gisements possibles de minerai.

F

Flottation : Procédé de fragmentation du *minerai* dans lequel des particules de minerai de valeur se fixent à des bulles d'air et flottent à la surface pendant que d'autres s'enfoncent dans l'eau.

Fusion : Sous-processus de la pyroméallurgie qui permet notamment d'obtenir un métal à partir du minerai. Ce processus inclut l'extraction du fer à partir du minerai de fer (pour la production de l'acier) et l'extraction du cuivre et autres métaux de base de leurs minerais. La fusion fait appel à la chaleur et à un réducteur chimique, généralement un combustible qui est une source de carbone comme le coke, afin de modifier l'état d'*oxydation* du minerai métallique. Le carbone ou le monoxyde de carbone qui en résulte élimine l'oxygène du minerai, processus par lequel on obtient uniquement du métal.

G

Géochimie : Étude des propriétés chimiques des roches.

Géologie : Science qui s'intéresse à l'étude des roches qui composent la Terre.

Gisement : L'expression *gisement minéral* ou *gisement de minerai* désigne une occurrence naturelle d'un minéral utile, ou minerai, en quantité suffisante et à un degré de concentration permettant son exploitation.

Gypse : Minéral constitué de sulfate de calcium hydraté [$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$].

H

Habitat : Aire géographique pouvant contenir les activités principales d'une espèce ou d'une population.

Hydroméallurgie : Une partie de la métallurgie extractive qui a recours à la chimie aqueuse pour le recouvrement des métaux des *minerais*, des concentrés et des matériaux recyclés ou résiduels (la *lixiviation* constitue un sous-procédé).

L

Liquéfaction : Comportement des sédiments qui, lorsqu'ils sont chargés, passent soudainement d'un état solide à un état liquéfié ou ayant la consistance d'un liquide dense.

Lixiviation : Procédé chimique utilisé pour extraire les *minéraux* utiles du *minerai*; aussi, processus naturel par lequel l'eau du sol dissout les minéraux, laissant une roche contenant moins de minéraux qu'auparavant.

M

Métaux de base : métaux industriels non ferreux excluant les métaux précieux.

Métal lourd : Élément métallique de poids atomique relativement élevé (densité relative $> 5,0$), comme le plomb, le cadmium, l'arsenic et le mercure, généralement toxique à faible concentration pour les plantes et les animaux.

Minerai : *Dépôt minéral* naturel contenant au moins un minéral à une concentration suffisante pour en rendre l'exploitation économiquement viable.

Minéral : Substance naturelle homogène possédant des propriétés physiques et une composition chimique précises et, dans des conditions favorables, une forme cristalline précise.

Minéral sulfaté : *Minéral* caractérisé par la fixation par liaison de l'anion sulfate sur un métal comme le baryum, le calcium, le plomb ou le cuivre. Les sulfates peuvent inclure ou non de l'eau dans leur structure. La barite [BaSO_4] et le gypse [$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] sont des exemples courants de sulfates.

Minéral sulfuré : *Minéral* métallifère caractérisé par la fixation de soufre par liaison covalente sur un métal ou un métalloïde, comme le fer, le cuivre, le plomb, le zinc, le nickel ou le molybdène. La pyrite (FeS_2) est un exemple de minéral sulfuré. On retrouve les minéraux sulfurés dans une large gamme d'environnements géologiques. En concentration assez élevée, les minéraux sulfurés peuvent constituer d'importants *minéraux* utiles pour plusieurs *métaux communs*, comme le cuivre, le plomb, le zinc et le nickel.

Morts-terrains : Désigne habituellement les terrains situés au-dessus d'un *gisement* et formés de roches, de terre et d'autres matériaux meubles. Dans le présent document, le terme « morts-terrains » désigne exclusivement des matériaux meubles (terre, dépôts glaciaires, sable et sédiments).

N

Nutriment : Substance, élément ou composé nécessaire à la croissance et au développement des plantes et des animaux.

O

Oxydation : Réaction chimique au cours de laquelle un atome perd des électrons, ce qui en augmente la positivité. Normalement, l'oxydation se fait en présence d'oxygène atmosphérique ou d'eau et s'accompagne d'une réduction.

Oxydes : Groupe de minéraux ayant pour composante fondamentale l'oxygène, O⁻². Les principaux cations sont : Cu²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Ti²⁺, Cr²⁺ et Sn²⁺.

P

Parc de résidus miniers : comprend toutes les composantes et les installations fonctionnelles liées à la gestion des résidus, notamment des barrages, des déversoirs, des structures de décantation, des canalisations ainsi que des bassins de décantation et de polissage.

Pergélisol : Couche de sol dont la température est égale ou inférieure à 0 °C pendant au moins deux années. C'est qu'il ne fait pas suffisamment chaud pendant les mois les plus chauds pour permettre au sol de dégeler complètement. Il se peut qu'il y ait ou non présence de glace. La **couche active** est la couche supérieure qui est soumise aux alternances de gel pendant l'automne et de dégel pendant l'été. L'eau ne peut pénétrer sous la couche active de sorte que le milieu à pergélisol est très peu drainé et marécageux.

pH : Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau, des sédiments ou du sol. Cet indice exprime l'activité de l'ion hydrogène et correspond au logarithme négatif de l'ion hydrogène (H⁺) à 10⁻⁷. Un pH de 7 est neutre. Les valeurs supérieures sont alcalines et les valeurs inférieures sont acides.

Plan d'eau : Toute accumulation importante d'eau, notamment les océans, les mers, les lacs, les étangs, les *terres humides*, les rivières, les ruisseaux, les canaux et autres accidents géologiques où l'eau se déplace d'un endroit à l'autre.

Précipitation : La condensation d'un solide à partir d'une solution (étape du processus de lixiviation).

Pyrométallurgie : Partie de la métallurgie extractive consistant à appliquer un traitement thermique aux minéraux ainsi qu'aux *minerais* et *concentrés* métallurgiques pour en récupérer par voie de transformations physiques et chimiques les métaux utiles (la fusion en constitue un sous-procédé).

R

Réduction : Réaction chimique au cours de laquelle un atome capte des électrons et augmente sa charge négative. La réduction accompagne l'oxydation.

Remise en état : Processus par lequel des terrains perturbés par l'activité minière sont remis en état afin qu'ils puissent recommencer à être productifs. Les principales activités de remise en sont l'enlèvement des bâtiments, de l'équipement, de la machinerie et des autres vestiges physiques de l'exploitation minière, la fermeture des bassins de *résidus*, des remblais de lixiviation et des autres installations minières, et le nivellement, le recouvrement et le reverdissement des haldes de stériles et des autres zones perturbées.

Résidus : Mélange de déchets et d'eau qui reste une fois que l'*usine de traitement du minerai* a extrait tous les minéraux utiles. La roche des résidus a généralement une taille plus petite ou égale à celle des grains de sable.

S

Sédiment : Matériau solide issu de la fragmentation causée par l'érosion naturelle des roches et qui est transporté ou déposé par l'air, l'eau ou la glace ou qui est accumulé par d'autres processus, comme la *précipitation* chimique à partir d'une solution ou la sécrétion par des organismes. Habituellement, ce terme désigne soit des matières en suspension dans l'eau ou déposées récemment, soit tout genre de dépôt de matériaux meubles.

Solides en suspension : Matières non dissoutes présentes dans l'eau ayant généralement une influence directe sur la turbidité.

Stérile : Roche qui ne contient aucun *minéral* en concentration suffisante pour être considéré du *minerai*, mais qui doit être retirée lors du processus minier afin de permettre l'accès au minerai.

Sulfate : Voir « Minéral sulfaté ».

Sulfure : Voir « Minéral sulfuré ».

T

Terres humides : *Habitats* dans lesquels l'influence de l'eau souterraine ou de surface a entraîné le développement de communautés végétales ou animales adaptées à ce type de conditions aquatiques ou humides par intermittence. Les terres humides comprennent les estrans, les zones infralittorales peu profondes, les marécages, les marais, les prairies humides, les tourbières, les fondrières et les zones similaires.

Toxicité : Possibilité ou capacité inhérente d'une matière d'agir, dans des conditions définies, sur un groupe d'organismes choisis. D'habitude, un *essai de toxicité* aquatique mesure la proportion des organismes affectés par

une exposition à des concentrations spécifiques de produits chimiques, d'effluents, de boue éluvée, de lixiviat ou d'eau réceptrice.

Traitement du minerai : Étape du processus minier qui consiste à récupérer les *minéraux* utiles par concassage et broyage, séparation ou concentration et assèchement. A pour but de séparer les minéraux utiles des roches dans lesquelles ils se trouvent.

Tranchée : Déblai long et étroit creusé dans des *morts-terrains* ou, par sautage, dans des roches afin d'exposer un filon ou une structure de minerai.

U

Usine de traitement du minerai : Installation dans laquelle on traite le minerai afin de récupérer les métaux ou de les préparer à la fusion; désigne aussi un tambour rotatif servant à pulvériser le minerai avant son traitement.

RESSOURCES ADDITIONNELLES

Note : Lorsque possible, des liens internet ont été fournis pour accéder aux ressources. Ces liens étaient actifs lors de la publication du Code.

GOUVERNEMENT DU CANADA

ENVIRONNEMENT CANADA

An Approach to Assessing Risk to Terrestrial Biodiversity in Canada. Environnement Canada. 1999.

<http://www.ec.gc.ca/soer-ree/English/SOER/biodiversity.pdf>

Best Practices for the Use and Storage of Chloride-Based Dust Suppressants. Environnement Canada. 2007.

<http://www.ec.gc.ca/nopp/roadsalt/reports/chlorideBP/en/ChlorideBPe.pdf>

Code de pratiques écologiques pour les fonderies et raffineries de métaux communs : Code de pratique de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*. Environnement Canada. 2006.

<http://www.ec.gc.ca/RegistreLCPE/documents/code/smelters/toc.cfm>

Document de discussion : l'habitat essentiel. Environnement Canada. 2004.

http://www.registrelep.gc.ca/virtual_sara/files/policies/Critical%20Habitat%20Discussion%20Paper%5Ff%2Epdf

Document de discussion : La Résidence. Environnement Canada. 2004.

http://www.registrelep.gc.ca/virtual_sara/files/policies/residence%5Fpolicy%5Ff%2Epdf

Évaluation des effets de l'exploitation minière sur le milieu aquatique au Canada (AQUAMIN). Le Groupe directeur d'AQUAMIN. 1996

<http://www.ec.gc.ca/eem/Francais/metalmining/background/final.cfm>

Document d'orientation pour les mesures de débit des effluents de mines de métaux. Environnement Canada. 2002.

http://www.ec.gc.ca/nopp/docs/regs/mmer/download/MMER_Flow_Fr.pdf

Document d'orientation pour l'échantillonnage et l'analyse des effluents de mines de métaux. Environnement Canada. 2002.

http://www.ec.gc.ca/nopp/docs/regs/mmer/download/MMER_Sampling_Fr.pdf

Guidance Document: *Off-Road Compression-Ignition Engine Emission Regulations under the Canadian Environmental Protection Act*, 1999. Environnement Canada. 2006.

http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/documents/regs/orcieeg_GD/orcieeg_GD_e.pdf

Directives pour la mise en œuvre des dispositions relatives aux plans de prévention de la pollution de la partie 4 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* [LCPE° (1999)]. Environnement Canada. 2002.

<http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=Fr&n=47D71451-I>

Lignes directrices pour la mise en application de la partie 8 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* - Plans d'urgence environnementale. Environnement Canada. 2004.

http://www.ec.gc.ca/registrelcpe/guidelines/impl_guid/toc.cfm

Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement par les mines de métaux. Environnement Canada. 2002.

<http://www.ec.gc.ca/esee-eem/default.asp?lang=Fr&n=D450E00E-I>

Agence canadienne d'évaluation environnementale

Guide de référence : Déterminer la probabilité des effets environnementaux négatifs importants d'un projet. Agence canadienne d'évaluation environnementale. 2003.

http://www.acee.gc.ca/013/0001/0008/guide3_f.htm

Pêches et Océans Canada

Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes. Pêches et Océans Canada. 1998.

http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/water-eau/explosives-explosifs/index_f.asp

Énoncés opérationnels. Pêches et Océans Canada. 2007.

http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/modernizing-moderniser/epmp-pmpe/index_f.asp?

La Politique de la gestion de l'habitat du poisson. Pêches et Océans Canada. 1986.

http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/policies-politique/management-gestion_f.asp

Affaires indiennes et du Nord Canada

Mine Site Reclamation Guidelines for the Northwest Territories. Indian and Northern Affairs Canada. 2006.

http://www.mveirb.nt.ca/upload/project_document/1171399596_Reclamation_Guidelines_2006_revised.pdf

Politiques de remise en état des sites miniers des Territoires du Nord-Ouest. Affaires indiennes et du Nord Canada. 2002.

<http://www.ainc-inac.gc.ca/nth/mm/pubs/recpolnwt/recpolnwt-fra.pdf>

Politiques de remise en état des sites miniers du Nunavut. Affaires indiennes et du Nord Canada. 2002.

<http://www.ainc-inac.gc.ca/nth/mm/pubs/recpolnuna/recpolnuna-fra.pdf>

Ressources naturelles Canada

NOTE: Voir aussi la liste des publications ci-après du programme de Neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM).

Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne. Ressources naturelles Canada. 2004.

http://adaptation.nrcan.gc.ca/perspective/index_f.php

Guide d'information minière pour les communautés autochtones. Ressources naturelles Canada. 2006.

<http://www.pdac.ca/pdac/advocacy/aboriginal-affairs/2006-mining-toolkit-fr.pdf>

Ministère de la Justice

Loi canadienne sur l'évaluation environnementale. Lois du Canada, 1992, chapitre 37.

<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/C-15.2>

Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Lois du Canada, 1999, chapitre 33.

http://www.ec.gc.ca/registrelcpe/the_act/default.cfm

Règlement sur les urgences environnementales. Décrets, ordonnances et règlements statutaires. 2003-307.

http://laws.justice.gc.ca/fr/showdoc/cr/DORS-2003-307/bo-ga:s_1::bo-ga:s_2/20090223/fr?command=home&caller=SI&search_type=all&shorttitle=environmental&day=23&month=2&year=2009&search_domain=cr&showall=L&statuteyear=all&lengthannual=50&length=50&page=1

Loi sur les pêches. Lois révisées du Canada, 1985, chapitre F-14.
<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/F-14>

Règlement sur les effluents des mines de métaux. Décrets, ordonnances et règlements statutaires. 2002-222.
<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cr/DORS-2002-222>

Loi sur les espèces en péril. Lois du Canada. 2002, chapitre 29.
<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/S-15.3>

Santé Canada

Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé - Volume 4 : Impacts sur la santé par secteur industriel. Santé Canada. 2004.
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/eval/handbook-guide/vol_4/index_f.html

GOVERNEMENTS PROVINCIAUX, TERRITORIAUX ET MUNICIPAUX

Alberta

Fish Habitat Manual. Alberta Infrastructure and Transportation. (Manual is currently under revision.)
<http://transportation.alberta.ca/2644.htm>

Guidelines on Extreme Flood Analysis. Alberta Transportation. 2004.
<http://www.transportation.alberta.ca/Content/doctype125/Production/gdlnextrmfld.pdf>

Colombie-Britannique

British Columbia Field Sampling Manual for Continuous Monitoring and the Collection of Air, Air-Emission, Water, Wastewater, Soil, Sediment, and Biological Samples. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection. 2003.
http://www.env.gov.bc.ca/air/wamr/labsys/field_man_pdfs/fld_man_03.pdf

Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Employment and Investment. 1998.

Environmental Risk Assessment (ERA): An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks. 2000.
<http://www.env.gov.bc.ca/wld/documents/era.pdf>

Guidance for Assessing the Design, Size and Operation of Sedimentation Ponds Used in Mining. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks. 2001.
http://www.ilbc.leg.bc.ca/public/PubDocs/bcdocs/354654/bc_elp_sedimentation_2001.pdf

Guidelines for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. 1998.
<http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/ProjectApprovals/MLandARD/Pages/Guidelines.aspx>

Handbook for Mineral and Coal Exploration in British Columbia: A Working Field Guide. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources and Ministry of Environment. Working Draft - 2006.
http://www.ilbc.leg.bc.ca/Public/PubDocs/bcdocs/408368/mineral_coal_exploration_handbook.pdf

Health, Safety and Reclamation Code for Mines in British Columbia. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. 2003.
<http://142.36.102.51/Subwebs/mining/Healsafe/mxready/mxcode01.htm>

Mine Reclamation Costing And Spreadsheet, Version 3.5.1. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. 2004.

<http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/ProjectApprovals/AnnualReclamationReports/Documents/MEMRCSS2005.pdf>

Water Quality: General Best Management Practices. British Columbia Ministry of the Environment. 2007.

Saskatchewan

Mineral Exploration Guidelines for Saskatchewan. Saskatchewan Mineral Exploration and Government Advisory Committee. 2005.

<http://www.er.gov.sk.ca/adx/asp/adxGetMedia.aspx?DocID=5141,5311,5352,3632,3538,3385,5460,2936,Documents&MediaID=13096&Filename=SMEGAC+Mineral+Exploration+Guidelines.pdf>

Manitoba

Manitoba Mine Closure Regulation 67/99 - General Closure Plan Guidelines. Manitoba Industry, Trade and Mines. 2006.

<http://www.gov.mb.ca/iedm/mrd/mines/acts/closureguidelines.pdf>

The Manitoba Minerals Guideline: Building Relationships and Creating Opportunities - Guiding Principles for Success. Manitoba Industry, Trade and Mines. 2000.

<http://www.gov.mb.ca/iedm/mrd/busdev/guideline/index.html>

Ontario

Règlement de l'Ontario 419/05 sur la pollution de l'air – Qualité de l'air à l'échelle locale. Loi sur la protection de l'environnement. 2005.

<http://www.ene.gov.on.ca/envision/AIR/regulations/localquality-fr.htm>

Effluent Monitoring and Effluent Limits - Metal Mining Sector. Ontario Regulation 560/94. Environmental Protection Act. 1994.
Environmental Protection Act - O. Reg. 560/94

Extension Notes: Protecting Fish Habitat from Sediment. Land Owner Resource Centre and the Ontario Ministry of Natural Resources. 2000.

http://www.Irconline.com/Extension_Notes_English/pdf/sdmnt.pdf

Québec

Directive 019 sur l'industrie minière. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2005

http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/index.htm

Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec et Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 1997.

<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/mines/environnement/guifrmin.pdf>

Nouveau-Brunswick

Loi sur les mines et autres règlements pertinents. Gouvernement du Nouveau-Brunswick.

<http://www.gnb.ca/0062/regl/m-14-1regl.htm>

Guide du processus d'approbation des activités minières au Nouveau-Brunswick. Gouvernement du Nouveau-Brunswick.

http://www.gnb.ca/0078/minerals/pdf/Guide_Mine_Approval-f.pdf

Guide d'élaboration d'un plan d'exploitation et de remise en état d'une mine au Nouveau-Brunswick. Gouvernement du Nouveau-Brunswick.

http://www.gnb.ca/0078/minerals/pdf/Guide_Mining_Reclamation-f.pdf

Etude d'impact environnemental au Nouveau-Brunswick. Ministère de l'Environnement. Nouveau-Brunswick.
<http://www.gnb.ca/0009/0377/0002/0002-f.asp>

Nouvelle-Écosse

Abandoned Mine Openings Hazards and Remediation Handbook. Nova Scotia Department of Natural Resources. 1997.
<http://www.gov.ns.ca/NATR/meb/is/is23.htm>

A Guide to Mineral Exploration Legislation in Nova Scotia. Nova Scotia Department of Natural Resources. 2007.
<http://www.gov.ns.ca/natr/MEB/pdf/ic/ic58.pdf>

Guide to Preparing an EA Registration Document for Mining Developments in Nova Scotia. Nova Scotia Environment and Labour. 2008.
<http://www.gov.ns.ca/nse/ea/docs/EA.Guide-RegistrationDocumentation-MiningDevelopments.pdf>

Yukon

Examination of Revegetation Methodologies for Dry Stack Tailings in Northern Environments. Prepared for the Government of the Yukon, by Access Mining Consultations Ltd. 2003.
http://www.emr.gov.yk.ca/pdf/merg_2003-2.pdf

Flying in Sheep Country – How to Minimize Disturbance from Aircraft. Mining and Petroleum Environmental Research Group. Yukon Government.
http://www.emr.gov.yk.ca/pdf/merg_2002-6.pdf

Flying in Caribou Country: How to Minimize Disturbance from Aircraft – draft 2008 guidelines. Yukon Government.
http://www.geology.gov.yk.ca/pdf/2008_1.pdf

Guidelines for Industrial Activity in Bear Country: For Mineral and Placer Mine Industries – 2008 Guidelines. Yukon Government. 2008.
http://www.geology.gov.yk.ca/pdf/2008_2.pdf

Mine Site Reclamation and Closure Policy. Yukon Government. 2006.
http://www.emr.gov.yk.ca/pdf/mine_site_reclamation_and_closure_policy_Nov06.pdf

Guide to Hard Rock Prospecting, Exploration and Mining in Yukon. Yukon Government. 2007.
Hard Rock (Quartz) Mining - Energy, Mines, and Resources - Government of Yukon

Yukon Mine Site and Reclamation Closure Policy .Financial and Technical Guidelines. Yukon Government. 2008.
http://www.emr.gov.yk.ca/mining/pdf/final_text_ft_guidelines.pdf

Territoires du Nord-Ouest

Flying Low? – Think Again. Environment and Natural Resources. NWT. 2007
<http://www.nwtwildlife.com/pdf/LowFlyingAircraft-Brochure.pdf>

Guidelines for the Planning, Design, Operations and Maintenance of Modified Solid Waste Sites in the Northwest Territories. Northwest Territories Municipal and Community Affairs. 2003.
http://www.maca.gov.nt.ca/admin/docs/MSW_Guidelines_Final.pdf

Ville de Calgary

Guidelines for Erosion and Sediment Control. City of Calgary. 2001.
http://www.calgary.ca/docgallery/bu/water_services/erosion_sediment_control/escguidelines2001-02-12.pdf

AUSTRALIE, – GOUVERNEMENT FÉDÉRAL, ÉTATS ET TERRITOIRES

Best Practice Environmental Management in Mining. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources:

- **Overview of Best Practice Environmental Management in Mining - 2002**
- **Checklists for Sustainable Mining - 2003**
- **Cleaner Production - 2000**
- **Community Consultation and Involvement - 1995**
- **Contaminated Sites - 1999**
- **Cyanide Management - 2003**
- **Dust Control - 1998**
- **Energy Efficiency and Greenhouse Gas Reduction - 2002**
- **Environmental Auditing - 1996**
- **Environmental Impact Assessment - 1995**
- **Environmental Management Systems - 1995**
- **Environmental Monitoring and Performance - 1995**
- **Environmental Risk Management - 1999**
- **Hazardous Materials Management, Storage and Disposal - 1997**
- **Landform Design for Rehabilitation - 1998**
- **Managing Sulphidic Mine Wastes and Acid Drainage - 1997**
- **Mine Decommissioning - 2002**
- **Mine Planning for Environment Protection - 1995**
- **Noise, Vibration and Airblast Control - 1998**
- **Non-Dust Atmospheric Emissions from Minerals Processing - 2002**
- **Onshore Minerals and Petroleum Exploration - 1996**
- **Planning a Workforce Environmental Awareness Training Program - 1995**
- **Rehabilitation and Revegetation - 1995**
- **Tailings Containment - 1995**
- **Water Management - 1999**

Biodiversity Management. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2007.

<http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/LPSDP-BiodiversityHandbook.pdf>

Community Engagement and Development. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources: 2006.

<http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/LPSDP-CommunityEngagement.pdf>

Environmental Notes on Mining: Care and Maintenance. Department of Minerals and Industry, Western Australia. 2001.

http://www.doir.wa.gov.au/documents/environment/ED_Min_EN_CareMaint_Dec06.pdf

Guidelines for Mining Proposals in Western Australia. Government of Western Australia, Department of Industry and Resources. 2006.

http://www.ecc.online.wa.gov.au/documents/environment/Mining_Guidelines.pdf

Guidelines for the Protection of Surface and Groundwater Resources during Exploration Drilling. Government of Western Australia, Department of Mineral and Petroleum Resources. 2002.

http://www.doir.wa.gov.au/documents/environment/Shed_env_guide_protectwaterdrill.pdf

Guidelines on the Safe Design and Operating Standards for Tailings Storage. Government of Western Australia, Department of Industry and Resources. 1999.

http://www.dmp.wa.gov.au/PDF/Guidelines/MS_GMP_Guide_tailstandard.pdf

Heritage Council Guideline for the Conservation of Mining Industry Heritage in Western Australia. Heritage Council of Western Australia. 2002.

http://www.dmp.wa.gov.au/documents/Shed_env_guide_ConserveHeritage.pdf

Managing Acid and Metalliferous Drainage. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources: 2007.
<http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/LPSDP-AcidHandbook.pdf>

Mine Closure and Completion. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2006.
http://www.dmp.wa.gov.au/documents/mine_closure.pdf

Mine Rehabilitation. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2006.
http://www.dmp.wa.gov.au/documents/mine_rehab.pdf

Mining Environmental Management Guidelines: Calculating Environmental Performance Bonds. Government of Western Australia, Department of Industry and Resources. 2007.

Stewardship. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2006.

Stewardship of Tailings Facilities. AMEC Earth & Environmental Limited, for Mining, Minerals and Sustainable Development. 2002.

Strategic Framework for Mine Closure. Australian and New Zealand Minerals and Energy Council and the Minerals Council of Australia. 2000.
http://www.ret.gov.au/resources/Documents/mcmpr/Strategic_Framework_for_Mine_Closure.pdf

Strategic Framework for Tailings Management. Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources and the Minerals Council of Australia. 2003.
http://www.ret.gov.au/resources/Documents/mcmpr/Strategic_Framework_for_Tailings_Management.pdf

Tailings Management. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources: 2007.
http://www.dmp.wa.gov.au/documents/Tailings_mgt.pdf

ÉTATS-UNIS – GOUVERNEMENTS FÉDÉRAL ET DES ÉTATS

Dust Control Handbook for Minerals Processing. U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration. 1987.
http://www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/dust_control_handbook.html

Engineering Manual for Mining Operations. Pennsylvania Department of Environmental Protection. 1999.
http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/minres/Districts/Eng_Manual/Eng_Manual.html

Environmental Impacts of Cemented Mine Waste Backfill. United States Bureau of Mines. 1996.
<http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/ri9599.pdf>

Handbook for Dust Control in Mining. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. 2003.

Review of Technology Available to the Underground Mining Industry for Control of Diesel Emissions. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. 2002.
<http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/ic9462.pdf>

Technical Report: Design and Evaluation of Tailings Dams. United States Environmental Protection Agency. 1994.
<http://www.epa.gov/osw/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/tailings.pdf>

The Human Factor in Mining Reclamation. United States Geological Survey. 2000.
<http://pubs.usgs.gov/circ/c1191/c1191.pdf>

COMMISSION EUROPÉENNE

Communication de la commission – Promotion du développement durable au sein de l'industrie extractive non énergétique. Commission des Communautés Européennes. 2000.
<http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28113.htm>

Communication de la Commission. La sécurité des activités minières : étude de suivi des récents accidents miniers. Commission des Communautés Européennes. 2000.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/com/2000/com2000_0664fr01.pdf

Management of Mining, Quarrying and Ore-Processing Waste in the European Union. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, European Commission. 2001.
<http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mining/0204finalreportbrgm.pdf>

Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities. European Commission - Sustainability in Industry, Energy and Transport. 2004.
http://ec.europa.eu/environment/ippc/brefs/mtwr_final_0704.pdf

NATIONS UNIES

APELL for Mining: Guidance for the Mining Industry in Raising Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level. United Nations Environment Programme. 2001.

Guidelines for Mining and Sustainable Development (Berlin II). United Nations. 2002.
<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/index.htm>

Joint Conference on Environmental Literacy in Minerals Education - Final Report. United Nations Environment Programme. 1999.
<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/education/index.htm>

Mining and Sustainable Development II: Challenges and Perspectives. United Nations Environment Programme. 2000.
<http://www.unep2002.org/media/review/vol23si/unep23.pdf>

Public Involvement: Guidelines for Natural Resource Development Projects. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. 1997.
<http://www.unescap.org/esd/energy/publications/pi/contents.htm>

Tailings Dams – Risk of Dangerous Occurrences – Lessons Learnt from Practical Experiences. United Nations Environment Programme. 2001.
<http://www.mineralresourcesforum.org/docs/pdfs/Bulletin121.PDF>

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization, Regional Office for Europe. 2000.
<http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>

Community noise. World Health Organization. 1995.
<http://www.who.int/docstore/peh/noise/Noiseold.html>

AUTRES PUBLICATIONS GOUVERNEMENTALES

Guidelines for Environmental Impact Assessment (EIA) in the Arctic. Finnish Ministry of the Environment of Finland. 1997.
<http://www.nepa.gov/nepa/eiaguide.pdf>

Mine-water Management. Pages 157-167 in Knowledge Review 2001/02. South Africa Water Resource Commission. 2002.
<http://www.wrc.org.za/downloads/knowledgereview/2002/Mines.pdf>

INDUSTRIE

L'Association minière du Canada

Comment rédiger un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux. L'Association minière du Canada. 2005.
http://www.mining.ca/www/media_lib/MAC_Documents/omsguidefr.pdf

Manuel de planification de l'efficacité énergétique. L'Association minière du Canada. 1997.
http://www.mining.ca/www/media_lib/MAC_Documents/Publications/omsguidefr.pdf

Vers le développement minier durable. Principes directeurs. L'Association minière du Canada. 2004.
http://www.mining.ca/www/media_lib/TSM_Documents/principlesfr.pdf

Un guide de gestion des parcs à résidus miniers. L'Association minière du Canada. 1998.
http://www.mining.ca/www/media_lib/MAC_Documents/Publications/Tailingsparcsfr.PDF

L'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs

L'Excellence environnementale en exploration. L'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs. 2007.
PDAC - Environmental Excellence in Exploration

Association for Mineral Exploration British Columbia

Mineral Exploration, Mining and Aboriginal Community Engagement: A Guidebook. Association for Mineral Exploration British Columbia. 2005.
<http://www.amebc.ca/docs/6E830BA41323EB5F.pdf>

Le Conseil international des Mines et Métaux

Financial Assurance for Mine Closure and Reclamation. International Council on Mining and Metals. 2005.
<http://www.icmm.com/document/282>

Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity. International Council on Mining and Metals. 2006.
<http://www.icmm.com/document/13>

Good Practice in Emergency Preparedness and Response. International Council on Mining and Metals. 2005.
<http://www.icmm.com/document/8>

Guidance Paper: Financial Assurance for Mine Closure and Reclamation. International Council on Mining and Minerals. 2006.
<http://www.icmm.com/page/1232/guidance-paper-financial-assurance-for-mine-closure-and-reclamation>

Integrating Mining and Biodiversity Conservation: Case Studies from Around the World. International Council on Mining and Metals. 2004.
<http://www.icmm.com/document/4>

The Management of Cyanide in Gold Extraction. International Council on Metals and the Environment. 1999.
<http://www.icmm.com/document/124>

Industrie - Autres

Breaking New Ground - The Report of the Mining, Minerals, and Sustainable Development Project. International Institute for Environment and Development and World Business Council for Sustainable Development. 2002.

Code of Practice for Exploration in Environmentally Sensitive Areas. The Chamber of Mines and Energy of Western Australia Inc. 1995.
<http://www.cmewa.com.au/UserFiles/File/Publications%20-%20Environment/Code%20of%20Practice%20for%20Exploration%20in%20Environmentally%20Sensitive%20Areas.pdf?PHPSESSID=86c2f4b887b860ee2fa250c414717636>

Public Participation Guidelines for Stakeholders in the Mining Industry. Consultative Forum on Mining and the Environment and the Chamber of Mines of South Africa. 2002.
http://commdev.org/files/725_file_CMSA_PPGuide.pdf

South African Guideline on Cyanide Management for Gold Mining. Chamber of Mines of South Africa. 2001.
<http://www.goodpracticemining.org/documents/jon/CMSA-CyanideMment.pdf>

Syntheses of Best Practices Road Salt Management - 8.0 Snow Storage and Disposal. Transportation Association of Canada. 2003
<http://www.tac-atc.ca/english/pdf/storage.PDF>

AUTRES ORGANISMES ET PUBLICATIONS

Institut international de gestion du cyanure

Cyanide Facts: Cyanide Sampling and Analytical Methods for Gold Mining. International Cyanide Management Institute. 2002.
<http://www.natural-resources.org/minerals/cd/docs/unep/cyanidecode/sampling.pdf>

International Cyanide Management Code. International Cyanide Management Institute. 2005.
http://www.cyanidecode.org/become_implementation.php

Le Code international de gestion du cyanure pour la production, le transport et l'utilisation du cyanure dans l'extraction aurifère. Institut international de gestion du cyanure. 2008.
http://www.cyanidecode.org/frenchpdf/TheCode_FR.pdf

Organisation internationale de normalisation (ISO)

ISO 14000 Essentials. International Organization for Standardization. Background documentation is available for free download from
<http://www.iso.org/iso/en/prods-services/otherpubs/iso14000/index.html>
Detailed documentation is available at
<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList?ICS1=13&ICS2=20&ICS3=10&scopelist=>

ISO 19011: Guidelines for Quality and/or Environmental Management Systems Auditing
International Organization for Standardization. Detailed documentation is available for purchase from:
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=31169

Association canadienne des barrages

NOTE : Le document suivant donne un aperçu des principes reliés aux Lignes directrices sur la sécurité des barrages. De la documentation détaillée est disponible et peut être commandée à partir du site Web de l'Association canadienne des barrages à l'adresse suivante :

<http://www.cda.ca/>

Les Directives pour la sécurité des barrages de l'Association canadienne des barrages. 2007

https://www.cda.ca/cda_new_fr/publications/dam%20safety/dam%20safety.html

Association canadienne de normalisation

De la documentation détaillée sur les normes environnementales incluant des normes sur la gestion ainsi que la technologie environnementales est disponible et peut être commandée à l'adresse suivante :

<http://www.csa-intl.org/onlinestore/GetCatalogDrillDown.asp?Parent=6>

Commission internationale des grands barrages

NOTE : La Commission internationale des grands barrages possède un répertoire important de publications techniques reliées à tous les aspects de la conception, de la construction, du fonctionnement, de la surveillance et de la maintenance des barrages. Parmi celles-ci, on retrouve, entre autres, les publications répertoriées ci-après. Ces documents sont disponibles moyennant un certain coût et peuvent être commandés à l'adresse suivante :

<http://www.icold-cigb.net/default.aspx>

Évaluation du risque dans la gestion de la sécurité du barrage. Examen des bénéfices, des méthodes et des dernières applications. 2005

Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences - Lessons Learnt from Practical Experiences. 2001.

Guide des barrages et retenues de stériles - Conception, construction, exploitation et réhabilitation. 1996.

Barrages et ouvrages annexes dans des climats froids - Recommandations pour la conception – Exemples. 1996

Auscultation des barrages de stériles - Synthèse et recommandations. 1996.

Barrages de stériles et environnement – Synthèse et recommandations. 1996.

Barrages de stériles. Transport - Mise en place - Décantation - Synthèse et recommandations. 1995.

Barrages de stériles et séismicité - Synthèse et recommandations. 1995.

Barrages de stériles - Conception du drainage. 1994.

Sécurité des barrages de stériles – Recommandations. 1989.

Choix des paramètres sismiques pour grands barrages – Recommandations. 1989.

Global Reporting Initiative

Sustainability Reporting Guidelines, v3.0. Global Reporting Initiative. 2007.

http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/ED9E9B36-AB54-4DE1-BFF2-5F735235CA44/0/G3_GuidelinesENU.pdf

Autres publications

Adaptive Management and Ecological Restoration. Pages 417-428 in Ecological Restoration of Southwestern Ponderosa Pine Forests. 2003..

http://www.essa.com/downloads/Murray_&_Marmorek_Ponderosa_Pine_2003.pdf

ARD Sampling and Sample Preparation. Bruce Downing, Gamah International. 2007.

<http://technology.infomine.com/enviromine/ard/sampling/intro.html>

Best Management Practices in Support of Fish and Wildlife Habitat. Aquatic Plant Management. Aquatic Ecosystem Restoration Foundation. 2005.

http://www.nalms.org/Resources/PDF/AERF_apm_best_practices.pdf

Comparison of Predicted and Actual Water Quality at Hardrock Mines: The Reliability of Predictions in Environmental Impact Statements. James Kuipers, Kuipers & Associates, and Ann Maest, Buka Environmental. 2006.

<http://www.earthworksaction.org/pubs/ComparisonsReportFinal.pdf>

Design of Water Quality Monitoring Systems. Robert C. Ward, Jim C. Loftis, Graham B. McBride. Van Nostrand Rienhold. 1990.

Engineering Guidelines for the Passive Remediation of Acidic and/or Metalliferous Mine Drainage and Similar Wastewaters. PIRAMID Consortium. 2003.

<http://www.ncl.ac.uk/environment/research/documents/PIRAMIDGuidelinesv1.0.pdf>

Environmental Aspects of Mine Wastes; Short Course Series Volume 31. J.L. Jambor, D.W. Blowes, and A.I.A. Ritchie, editors. Mineralogical Association of Canada. Vancouver, B.C. 2003

Short-Course Volumes - Mineralogical Association of Canada

Implications of Different Tailings Disposal Options on Future Rehabilitation. Gordon McPhail, Metago Environmental Engineers (Australia) Pty Ltd. 2006.

<http://www.infomine.com/publications/docs/McPhail2006.pdf>

Lightening the Lode: A Guide to Responsible Large-scale Mining. Conservation International. 2000.

http://www.celb.org/ImageCache/CELB/content/energy_2dmining/lode_2epdf/v1/lode.pdf

Management of Sulfidic Mine Waste and Acid Drainage: Handbook. Australian Centre for Mining Environmental Research. 1999.

<http://www.acmer.uq.edu.au/publications/attachments/ManagementofSulfidicMineWastes.pdf>

Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation. World Meteorological Organization. 1986. Document available for purchase from: **WMO PMP manual**

Passive in-situ Remediation of Acidic Mine/Industrial Drainage (PIRAMID) – Final Report. PIRAMID Consortium. 2003.

<http://www.ncl.ac.uk/environment/research/documents/PIRAMIDFinRept.pdf>

Putting a Price on Pollution: Financial Assurance for Mine Reclamation and Closure. 2003. Mineral Policy Center.

<http://www.mineralpolicy.org/pubs/PuttingAPriceOnPollution.pdf>

Website providing access to a library of good practice guidelines, standards, case studies, legislation and other relevant material.

<http://www.goodpracticemining.org/>

Wetlands for the Treatment of Mine Drainage. André Sobolewski. 1997.

<http://technology.infomine.com/enviromine/wetlands/Welcome.htm>

PUBLICATIONS DU PROGRAMME DE NEUTRALISATION DES EAUX DE DRAINAGE DANS L'ENVIRONNEMENT MINIER (NEDEM)

Une liste complète des rapports publiés par le NEDEM est fournie à l'annexe I. À l'exception du document ci-après, les rapports publiés par le NEDEM sont disponibles à prix modiques et peuvent être achetés directement à partir du site Web de NEDEM - **Publications/Reports**

List of Potential Information Requirements in Metal Leaching and Acid Rock Drainage Assessment and Mitigation. 2005. MEND.

ANNEXE I : RAPPORTS DISPONIBLES DE NEDEM

* disponible sur NEDEM 7.3 CD-1

** disponible sur NEDEM 7.4 CD-2

*** disponible sur NEDEM 7.5 CD-3

PRÉVISION

		I.15.2c	Application of MINEWALL 2.0 to Three Minesites, September 1995. *
I.11.1	Critical Literature Review of Acid Drainage from Waste Rock, April 1991. *	I.16.1a	Investigation of Prediction Techniques for Acid Mine Drainage, November 1989. °*
I.12.1b	DBARD for Paradox: Developments in DBARD, the Database for Acid Rock Drainage, (6 diskettes included) March 1996. *	I.16.1b	Acid Rock Drainage Prediction Manual, March 1991. *
I.14.2b	Sampling and Monitoring Data from the Mine Doyon South Waste Rock Dump (1990 to 1995)(diskette included), March 1994 (revised September 1997). *	I.16.1c	New Methods for Determination of Key Mineral Species in Acid Generation Prediction by Acid-Base Accounting, April 1991.
I.14.2c	Heat Transfer during Acid Mine Drainage Production in a Waste Rock Dump, La Mine Doyon (Quebec), March 1994 (revised August 1997). *	I.16.2a	Interlaboratory Measurement Program for the Standard ARD Material NBM-1, July 1994 (Report only). Reference material available from the Canadian Certified Reference Material Program - tél: 613-995-4738 fac-similé : 613-943-0573 (Copy of the report also comes with purchase of reference materials).
I.14.2d	Water Budget for the Waste Rock Dump at La Mine Doyon, (Quebec), March 1994 (revised August 1997). ***	I.16.3	Determination of Neutralization Potential for Acid Rock Drainage Prediction, July 1996. *
I.14.2e	Diversité microbiologique dans la production de drainage minier acide à la halde sud de la Mine Doyon, March 1994 (revised August 1997). ***	I.16.4	Evaluation of Static and Kinetic Prediction Test Data and Comparison with Field Monitoring Data, December 1995. ***
I.14.3e	Peer Review of MEND Studies Conducted from 1990 to 1994 on Acid Mine Drainage at Mine Doyon South Waste Rock Dump, November 1996. *	I.17.1a	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec 1985 Program, July 1986.
I.14.3f	Revue technique des études réalisées par NEDEM de 1990 à 1994 sur le drainage minier acide de la halde sud de la mine Doyon, novembre 1996. *	I.17.1b	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec, Phase 2 - 1986 Program, July 1987.
I.15.2a	MINEWALL 2.0 Users Manual (diskette included), September 1995. *	I.17.1cV.I	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec, Phase 3 - 1987 Program, Volume I Report, May 1988.
I.15.2b	MINEWALL 2.0 - Literature Review and Conceptual Models, September 1995. *		

I.17.1cV.2	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec, Phase 3 - 1987 Program, Volume II - Appendices, March 1988.	I.41.4	Whistle Mine Waste Rock Study (2 volumes), December 1997. *
I.17.1c Sup	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec, Phase 3 - 1987 Program, Supplementary Report, March 1989.	I.42.1	Critical Review of Geochemical Processes and Geochemical Models Adaptable for Prediction of Acidic Drainage from Waste Rock, April 1995. *
I.17.1d	Hydrogeochemical Investigation of Reactive Tailings at the Waite Amulet Tailings Site, Noranda, Québec, "Generation and Evolution of Acidic Pore Waters at the Waite Amulet Tailings - Final Report", April 1990. *	I.44.1	History of Eskay Creek Mine's Waste-Rock Dump from Placement to Disassembly, May 1997. *
I.19.1	Long Term Acid Generation Studies: Cinola Project British Columbia (includes diskette), March 1994. ***	I.51.1	Quantitative Analysis of Chemical and Biological Kinetics for the Acid Mine Drainage Problem, June 1994. *
I.19.2	Scaling Analysis of Acid Rock Drainage, December 1995. *	I.51.2	Nonlinear Modelling of Chemical Kinetics for the Acid Mine Drainage Problem and Related Physical Topics, October 1993. ***
I.21.1a	Critical Review of the Reactive Acid Tailings Assessment Program (RATAPBMT2), April 1990. *	I.61.1	Roles of Ice, in the Water Cover Option, and Permafrost in Controlling Acid Generation from Sulphide Tailings, November 1996 (revised October 1997). *
I.21.1b	Workshop on Modelling of Reactive Tailings Sponsored by the MEND Prediction Committee, Final Report, August 1990. ***	I.61.2	Acid Mine Drainage in Permafrost Regions: Issues, Control Strategies and Research Requirements, July 1996. *
I.21.2	Laboratory Studies of Pyrrhotite Oxidation, March 1998. *	I.61.3	Column Leaching Characteristics of Cullaton Lake B and Shear (S) - Zones Tailings Phase 2: Cold Temperature Leaching (diskette included), June 1997. ***
I.22.1a	Field Procedures Manual: Gas Transfer Measurements Waste Rock Piles Heath Steele Mines New Brunswick, March 1994. ***	I.61.4	Covers for Reactive Tailings Located in Permafrost Regions Review, October 2004.
I.22.1b	Assessment of Gas Transfer-Ansto Model at Heath Steele Mines, July 1997. *	I.61.6	Update on Cold Temperature Effects on Geochemical Weathering, October 2006.
I.25.1	Soilcover Users Manual Version 2.0 (includes diskettes), December 1996. (Version 1.0 also available).	I.62.2	Acid Mine Drainage Behaviour in Low Temperature Regimes - Thermal Properties of Tailings, July 1998. *
I.27.1a	Guide for Predicting Water Chemistry from Waste Rock Piles, July 1996. *	I.70.1	Investigations of Predictions for Acidic Drainage at the Vangorda Plateau, Faro Mine Complex (Faro, YT), May 2008.
I.32.1	Prediction and Prevention of Acid Rock Drainage from a Geological and Mineralogical Perspective, October 1993. *		
		Projets associés	
		PA-1	Hydrogeology of Waste Rock Dumps, July 1995. *

PA-2 Metal Transport and Immobilization at Mine Tailings Impoundments, March 1997. *

2.11.3abc Geochemical Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Anderson Lake, Manitoba. 1993-1995 Study Program, August 1996. **

PRÉVENTION ET CONTRÔLE

2.11.1a Subaqueous Disposal of Reactive Mine Wastes: An Overview, June 1989. **

2.11.4a Geochemical Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Buttle Lake, British Columbia. 1993 Study Program, May 1995. **

2.11.1a And A Preliminary Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Anderson Lake, Manitoba, March 1990.

2.11.5ab Shallow Water Covers - Equity Silver Base Information Physical Variables (diskette included), May 1996. **

2.11.1a Ben A Preliminary Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Benson Lake, British Columbia, March 1990.

2.11.5c Geochemical Assessment of the Equity Silver Tailings Pond, August 1996. \$35 **

2.11.1a Man A Preliminary Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Mandy Lake, Manitoba, March 1990.

2.11.9 Design Guide for the Subaqueous Disposal of Reactive Tailings in Constructed Impoundments, March 1998. **

2.11.1b Geochemical Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Buttle Lake, British Columbia, March 1990.

2.12.1 Louvicourt Project CD-ROM - Evaluation of Man-Made Subaqueous Disposal Option as a Method of Controlling Oxidation of Sulphide Minerals - Contains 2.12.1a, 2.12.1b, 2.12.1c, 2.12.1d, 2.12.1e. September 2002.

2.11.1b And Geochemical Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Anderson Lake, Snow Lake Area, Manitoba, September 1990.

2.12.1a Evaluation of Man-Made Subaqueous Disposal Option as a Method of Controlling Oxidation of Sulphide Minerals - Synthesis Report (Louvicourt), August 2002.

2.11.1b Man Geochemical Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Mandy Lake, Flin Flon Area, Manitoba, September 1990.

2.11.1c A Preliminary Biological and Geological Assessment of Subaqueous Tailings Disposal in Benson Lake, British Columbia, March 1991. **

2.12.1b Evaluation of Man-Made Subaqueous Disposal Option as a Method of Controlling Oxidation of Sulphide Minerals - Background and General Description, July 2001. ***

2.11.1c Keo Chemical Diagenesis of Submerged Mine Tailings in Benson Lake and Natural Sediments in Keogh Lake, Vancouver Island, British Columbia, June 1992. **

2.12.1c Subaqueous Disposal of Reactive Mine Tailings Louvicourt Mine Test Cells Geochemical Sampling and Analysis, February 2001. ***

2.11.1d A Critical Review of MEND Studies Conducted to 1991 on Subaqueous Disposal of Tailings, July 1992. **

2.12.1d Reactivity Assessment and Subaqueous Oxidation Rate Modelling for Louvicourt Tailings, March 2001. ***

2.11.1e Review of MEND Studies on the Subaqueous Disposal of Tailings (1993-95), May 1996. **

2.12.1e Evaluation of Man-Made Subaqueous Disposal Option as a Method of Controlling Oxidation of Sulfide Minerals: Column Studies (CD included), March 2001. ***

2.11.2a Literature Review Report: Possible Means of Evaluating the Biological Effects of Sub-Aqueous Disposal of Mine Tailings, March 1993. ***

2.12.2 Assessing the Long Term Performance of a Shallow Water Cover to Limit Oxidation of Reactive Tailings at Louvicourt Mine, July 2007.

2.13.1a	Wet Barriers on Pyritic Uranium Tailings - Part I and II - Laboratory Lysimeter Studies of Oxidation and Limestone Neutralization Characteristics of Uranium Tailings and Waste Rock, January 1998. June 2001 **	2.21.3	Review of Soil Cover Technologies for Acid Mine Drainage - A Peer Review of the Waite Amulet and Heath Steele Soil Covers, July 1997.
2.13.1b	Wet Barriers on Pyritic Uranium Tailings - Part III - Laboratory Diffusion Lysimeter Studies of Uranium Tailings Deposited under a Shallow Water Cover, January 1998. June 2001 **	2.21.3b	A Review of Non-Traditional Dry Covers , March 2002.
2.13.2a	Expérimentation de l'inondation du parc des résidus miniers - Solbec Cupra (Phase IV). Rapport Sommaire, Décembre 1993. **	2.21.4 CD	Design, Construction and Performance Monitoring of Cover Systems for Waste Rock and Tailings, July 2004. Five-volume manual available as CD ROM.
2.13.2b	Flooding of a Mine Tailings Site - Solbec Cupra. Suspension of Solids: Impact and Prevention, March 1994. **	2.21.4a-e	Design, Construction and Performance Monitoring of Cover Systems for Waste Rock and Tailings, July 2004. Five-volume manual available in hard copy.
2.13.2c	Inondation artificielle du parc de résidus miniers Solbec Cupra: Études microbiologique et chimique - Rapport final, Mars 1994. ***	2.21.5	Macro-Scale Cover Design and Performance Monitoring Manual. July 2007.
2.15.1a	Flooding of Pre-Oxidized Mine Tailings: Mattabi Case Study, June 2000. **	2.22.2a	Évaluation en laboratoire de barrières sèches construites à partir de résidus miniers, mars 1996. ***
2.15.3	Laboratory Study of Particle Resuspension, Oxidation and Metal Release in Flooded Mine Tailings, November 1998. **	2.22.2b	Études de laboratoire sur l'efficacité de recouvrement construites à partir de résidus miniers, avril 1999. ***
2.17.1	Review of use of an Elevated Water Table as a Method to Control and Reduce Acidic Drainage from Tailings, March 1996. **	2.22.2c	Études sur les barrières sèches construites à partir de résidus miniers, Phase II - Essais en place (inclus disquettes) novembre 1999. ***
2.18.1	Review of Water Cover Sites and Research Projects, September 1997. **	2.22.4ae	Construction and Instrumentation of a Multi-Layer Cover Les Terrains Aurifères, February 1999. **
2.20.1	Evaluation of Alternate Dry Covers for the Inhibition of Acid Mine Drainage from Tailings, March 1994. **	2.22.4af	Construction et instrumentation d'une couverture multicouche au site Les Terrains Aurifères Québec, Canada, février 1999. **
2.21.1	Development of Laboratory Methodologies for Evaluating the Effectiveness of Reactive Tailings Covers (diskette included), March 1992. **	2.22.4be	Field Performance of the Les Terrains Aurifères Composite Dry Covers, March 2000.*
2.21.2	Field Evaluation of the Effectiveness of Engineered Soil Covers for Reactive Tailings: Volume 1- Laboratory and Field Tests & Volume 2 - University Contracts, October 1993. ***	2.22.4bf	Suivi du Comportement du Recouvrement Multicouche Les Terrains Aurifères, mars °2000. **
		2.23.2ab	Hydrologic and Hydrogeologic Evaluation of the Thickened Tailings Disposal System at Kidd Creek Division, Falconbridge Limited, October 1993. **

2.23.2c	The Verification of Modelled Pore Water Movement Within Thickened Tailings Using Tracers at the Falconbridge Limited Kidd Metallurgical Division Timmins, Ontario. May 2000. **	2.34.1	Evaluation of Field-scale Application of a Shotcrete Cover on Acid Generating Rock, September 1996. ***
2.23.2d	A Geochemical, Hydrogeological and Hydrological Study of the Tailings Impoundment at the Falconbridge Limited, Kidd Creek Division Metallurgical Site, Timmins, Ontario, October 1995. **	2.35.2a	Evaluation of Techniques for Preventing Acidic Rock Drainage: First Milestone Research Report, October 1993.
2.23.3	Investigation of the Porous Envelope Effect at the Fault Lake Tailings Site, May 1995. **	2.35.2b	Evaluation of Techniques for Preventing Acidic Rock Drainage: Final Report, January 1997. **
2.24.1	Manual of Methods Used in the Revegetation of Reactive Sulphide Tailings Basins, November 1989. **	2.36.1	Review of In-Pit Disposal Practices for the Prevention of Acid Drainage - Case Studies, September 1995. **
2.25.1a	Reclamation of Sulphide Tailings Using Municipal Solid Waste Compost: Literature Review and Recommendations, July 1992.	2.36.2a	Hydrogeochemistry of Oxidised Waste Rock from Stratmat Site, N.B., March 1999. **
2.25.1b	Reclamation of Sulphide Tailings Using Municipal Solid Waste Compost: Laboratory Studies, June 1995. **	2.36.2b	Hydrology and Solute Transport of Oxidised Waste Rock From Stratmat Site, N.B., March 1999. (diskette included). **
2.25.3	Evaluation of the Use of Covers for Reducing Acid Generation from Strathcona Tailings, September 1997. **	2.36.3	Assessing the Subaqueous Stability of Oxidized Waste Rock, April 1999. **
2.31.1a	Heath Steele Waste Rock Study, Phases I to III, March 1992. **	2.37.1	Blending and Layering Waste Rock to Delay, Mitigate or Prevent Acid Rock Drainage and Metal Leaching: A Case Study Review, April 1998. **
2.31.1b	Engineering Design and Construction Phase IV - Composite Soil Cover Acid Waste Rock Study Heath Steele Mines, November 1994. **	2.37.2	Methods For Delaying The Onset of Acidic Drainage - a Case Study Review Final Report, March 2001. ***
2.31.1bMon	Monitoring Report Phase IV - Composite Soil Cover Acid Waste Rock Study Heath Steele Mines, March 1996. **	2.37.3	Control of Acidic Drainage in Layered Waste Rock: Laboratory Studies and Field Monitoring, September 1997. **
2.31.1c	Monitoring Program 1995-96 Phase V - Composite Soil Cover on Waste Rock Pile 7/12 at Heath Steele, New Brunswick, February 1998. **	2.44.1	Microbial Plugging of Uranium Mine Tailings to Prevent Acid Mine Drainage - Final Report, December 1992. ***
2.32.3a	Injection de résidus miniers dans des stériles miniers comme moyen de réduction des effluents acides, janvier 1994. ***	2.45.1a	Separation of Sulphides from Mill Tailings - Phase I, June 1994. **
		2.45.2	Separation of Sulphides from Mill Tailings - Field, September 1997. **
		Projets associés	
		APC - I	Subaqueous Deposition of Tailings in the Strathcona Tailings Treatment System, September 1996. **

TRAITEMENT

- 3.11.1 Treatment of Acidic Seepages Using Wetland Ecology and Microbiology: Overall Program Assessment, July 1993. *
- 3.12.1a Assessment of Existing Natural Wetlands Affected by low pH, Metal Contaminated Seepages (Acid Mine Drainage), May 1990. ***
- 3.12.2 Panel Wetlands - A Case History of Partially Submerged Pyritic Uranium Tailings Under Water, February 1993. *
- 3.14.1 Review of Passive Systems for Treatment of Acid Mine Drainage, May 1996 (revised 1999). *
- 3.15.1 Application of Membrane Separation Technology to Mitigation of Mine Effluent and Acidic Drainage, October 2008.
- 3.21.1a Study on Metals Recovery/Recycling from Acid Mine Drainage, July 1991. *
- 3.21.1b Metals Removal from Acid Mine Drainage by Ion Exchange, June 1995. *
- 3.21.2a Metals Removal from Acidic Drainage - Chemical Method, March 1996. *
- 3.22.1 Canada-Wide Survey of Acid Mine Drainage Characteristics, December 1994, (includes diskette). *
- 3.32.1 Acid Mine Drainage - Status of Chemical Treatment and Sludge Management Practices, June 1994. *
- 3.42.2a Characterization and Stability of Acid Mine Drainage Treatment Sludges, May 1997. °*
- 3.42.2b The Effect of Process Parameters and Aging on Lime Sludge Density and Stability, February 1999. *
- 3.42.3 Review of Disposal, Reprocessing and Reuse Options for Acidic Drainage Treatment Sludge, January 2005.

SURVEILLANCE

- 4.1.1 Field Sampling Manual for Reactive Sulphide Tailings, November 1989. *
- 4.2.1 Review of Canadian and United States Legislation Relevant to Decommissioning Acid Mine Drainage Sites, September 1993. *
- 4.3.1 RTS-1, RTS-2, RTS-3 and RTS-4: Sulphide Ore Tailings Certified. Reference Materials, April 1990.
Reference materials available from the Canadian Certified Reference Material Project ° - tél: 613-995-4738, fac-similé : 613-943-0573 ccrmp@nrcan.gc.ca
- 4.3.2 KZK-1 Acid base accounting material, March 2001. Reference material available from the Canadian Certified Reference Material Project – tél : 613-95-4738 fac-similé : 613-943-0573, ccrmp@nrcan.gc.ca.
- 4.5.1-1 Review of Waste Rock Sampling Techniques, June 1994. *
- 4.5.1-2 Handbook for Waste Rock Sampling Techniques, June 1994. *
- 4.5.4 Guideline Document for Monitoring Acid Mine Drainage, October 1997. *
- 4.5.4App Appendix A - Technical Summary Note: Guideline Document for Monitoring Acid Mine Drainage, October 1997. *
- 4.6.1 Applications of Geophysical Methods for Monitoring Acid Mine Drainage, December 1994. *
- 4.6.3 Application of Remote Sensing and Geophysics to the Detection and Monitoring of Acid Mine Drainage, September 1994. *
- 4.6.5ac A Survey of In Situ Oxygen Consumption Rates on Sulphide Tailings: Investigations on Exposed and Covered Tailings, November 1997. *
- 4.6.5b A Rapid Kinetic Technique for Measuring Reactivity of Sulphide Waste Rock: The Oxygen Consumption Method, December 1997. *

4.8.2 Evaluation of an Underwater Monitoring Probe for Locating and Estimating the Impact of Groundwater Discharges to Surface Waters Adjacent to Potential Sources of Acid Mine Drainage, March 1994. *

5.8 f Résultats de l'atelier sur la réhabilitation des sites miniers. Toronto, Ontario, les 10 et 11 mars, 1994. ***

5.8.1 Economic Evaluation of Acid Mine Drainage Technologies (includes diskette), January 1995. *

Projets associés

MA-1 Environmental monitoring of Uranium Mining Wastes Using Geophysical Techniques Phase I - A Comparison and Evaluation of Conductivity and Resistivity Methods to Monitor Acid Mine Drainage from Uranium Waste Rock Piles and Tailings Areas, February 1996.

5.9 Evaluation Study of the Mine Environmental Neutral Drainage Program (MEND), October 1996. *

5.10 E List of Potential Information Requirements in Metal Leaching and Acid Rock Drainage Assessment and Mitigation Work. June 2004.

5.10 F Liste des éléments d'information à connaître pour évaluer et atténuer les phénomènes de lixiviation de métaux et de drainage rocheux acide. June 2004. Téléchargement gratuit à partir du site Web du NEDEM (mend.nrcan.gc.ca)

TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

5.4.2a MEND Manual Volume 1 - Summary, February 2001.

AR -95 1995 Annual Report, June 1996.

5.4.2b MEND Manual Volume 2 - Sampling and Analyses, January 2001.

5.4.2c MEND Manual Volume 3 - Prediction, December 2000.

NOUVELLES IDÉES

5.4.2d MEND Manual Volume 4 - Prevention and Control, February 2001.

6.1 Preventing AMD by Disposing of Reactive Tailings in Permafrost, December 1993. *

5.4.2e MEND Manual Volume 5 - Treatment, December 2000.

6.2 Polymer-Modified Clay as Impermeable Barriers for Acid Mining Tailings, April 1994. *

5.4.2f MEND Manual Volume 6 - Monitoring, December 2000.

6.3 A Critique of Japanese Acid Mine Drainage Technology. April 1994. *

5.4.2 CD ROM: MEND Manual, July 2001.

INTERNATIONALE

5.5.1 Reactive Acid Tailings Stabilization (RATS) Research Plan, July 1988.

7.1 Proceedings of the Third International Conference on the Abatement of Acidic Drainage, Pittsburgh 1994.

5.6.1 Proceedings - Second International Conference on the Abatement of Acidic Drainage, Montréal, September 16, 17 and 18, 1991 (4 Volumes).

7.2 Proceedings of the Fourth International Conference on Acid Rock Drainage, ICARD, Vancouver 1997.

5.7.1 1992 Revised Research Plan/Plan de recherche révisé 1992, August 1992.

7.2b CD ROM: Proceedings of the Fourth International Conference on Acid Rock Drainage, ICARD, Vancouver 1997. (Includes Plenary Session)

5.8 e Report of Results of a Workshop on Mine Reclamation. Toronto, Ontario, March 10-11, 1994. *

RAPPORTS DE NEDEM DISPONIBLES SUR CD-ROM

- 7.3 CD-1 Contains 59 reports on Prediction, Treatment, Monitoring, Technology Transfer and New Ideas, May 2001.
- 7.4 CD-2 Contains 47 reports on Prevention and Control, May 2001.
- 7.5 CD-3 Contains 51 MEND Reports and workshop notes, June 2002.

- W.003 Economic Evaluation of AMD, Sudbury, November 1994
- W.004 Évaluation économique des techniques de traitement du drainage minier acide (DMA), Sudbury, novembre 1994
- W.005 Economic Evaluation, «Implications of Long-Term Treatment» and “Chemical Treatment of AMD”, Vancouver, February 1995
- W.006 Acid Mine Drainage Control in the Coal and Metal Mining Industries, Sydney, June 1995
- W.007 In-Pit Disposal Practices for AMD Control/ Lime Treatment of Acid Mine Drainage, Sudbury, October 1995
- W.008 Selection and Interpretation of Chemical Prediction Methods and Mathematical Prediction Methods, Pointe-Claire, December 1995

MEND3

- 8.1 Acidic Drainage Research and Technology Gap Analysis, February 2002.
- 8.2 MEND3 Strategy Session, April 11-12 2002, Ottawa, Ontario. August 2002.

ÉTUDES DE CAS DU MEND

- 9.1 CD Case Studies of Metal Leaching / ARD Assessment and Mitigation in British Columbia, August 2007.

- W.009 Acid Mine Drainage Technology Transfer Workshop, Winnipeg, March 1996
- W.010 Dry Covers Technologies Workshop, Sudbury, April 1996
- W.011 Monitoring and Waste Management for Acid Mine Drainage, Saskatoon, June 1996
- W.012 Water Covers to Prevent Acid Mine Drainage Workshop, Vancouver, September 1996
- W.013 The Prediction of Acid Rock Drainage Workshop, Vancouver, November 1996.
- W.014 Managing Mine Wastes in Permafrost Zone, Edmonton, May 1997***
- W.015 Prevention Technologies for Acid Mine Drainage, Fredericton, November 1997
- W.016 Acidic Drainage Workshops, Fredericton, Moncton, March 1998

AUTRES ENJEUX IMPORTANTS

- 10.1 Review of Water Quality Issues in Neutral pH Drainage: Examples and Emerging Priorities for the Mining Industry in Canada. November 2004.
- 10.1.1 A Review of Environmental Management Criteria for Selenium and Molybdenum, February 2008.
- 10.2 Paste Backfill Geochemistry – Environmental Effects of Leaching and Weathering. April 2006.

NOTES DES ATELIERS, 1994-1998

- W.001 Traitement chimique du drainage minier acide, Val d'Or, septembre 1994
- W.002 Chemical Treatment of Acid Mine Drainage, Val d'Or, September 1994

NOTES DES ATELIERS ANNUELS - C.-B. - NEDEM LM/DRA

- W.013 4th Annual BC Mines ARD Symposium. The Prediction of Acid Rock Drainage. Vancouver, November 1996.

BC.01	5th Annual BC MEM - MEND 2000 Metal Leaching and ARD Workshop. Risk Assessment and Management. Vancouver, December 1998.	IW.04	Dry Covers for Mine Tailings and Waste Rock***
BC.02	6th Annual BC MEM - MEND 2000 Metal Leaching and ARD Workshop. Case Studies, Research Studies and Effects of Mining on Natural Water Bodies. Vancouver, December 1999.	IW.05	Treatment of Acid Mine Drainage***
		IW.06	Bonding and Security***
		IW.07	Waste Rock and Tailings Disposal Technologies

7th to 14th Annual BC MEM/PR - MEND Metal Leaching/ARD Workshop Proceedings are available from Bitech at www.bitech.ca

NOTES DES ATELIERS NEDEM, 1999-2005

ME.01	Assessment and Management of Risks Associated with Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites. Sudbury, September 1999.
ME.02	Case Studies on Wet and Dry Covers for Tailings and Waste Rock. Sudbury, September 1999.
W.017	Proceedings of the 2004 Ontario MEND Workshop, Sludge Management and Treatment of Weak Acid or Neutral pH Drainage, Sudbury, Ontario. May 2004.
W.018	Proceedings of the MEND Maritimes Workshop, Challenges in Acidic Drainage: Case Studies on Mitigation Technologies and Current Research, Halifax, Nova Scotia. May 2006.
W.019	Proceedings of the MEND Manitoba Workshop, Challenges in Acidic Drainage for Operating, Closed or Abandoned Mines, Winnipeg, Manitoba. June 2008.

NOTES DES ATELIERS DE LA CONFÉRENCE (VANCOUVER, MAI-JUIN 1997)

IW.01	Water Covers and Underwater Disposal.
IW.02	Chemical Prediction Techniques for Acid Rock Drainage***
IW.03	Predictive Models for Acid Rock Drainage***

Toute mise à jour de la liste des rapports disponibles, sommaires ou toutes autres informations, sont disponibles à partir du site Web

<http://www.nrcan-rncan.gc.ca/mms-smm/tect-tech/sat-set/med-ndd-fra.htm>

POUR OBTENIR CES RAPPORTS, PRIÈRE DE S'ADRESSER À :

Secrétariat NEDEM
CANMET
555, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0G1
Téléphone : 613-995-4681
Télécopieur : 613-947-5284
Courriel : mend_nedem@nrcan.gc.ca