

# La gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

**Audiences du BAPE  
Projet Niocan**



Association minière du Québec  
Janvier 2005



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

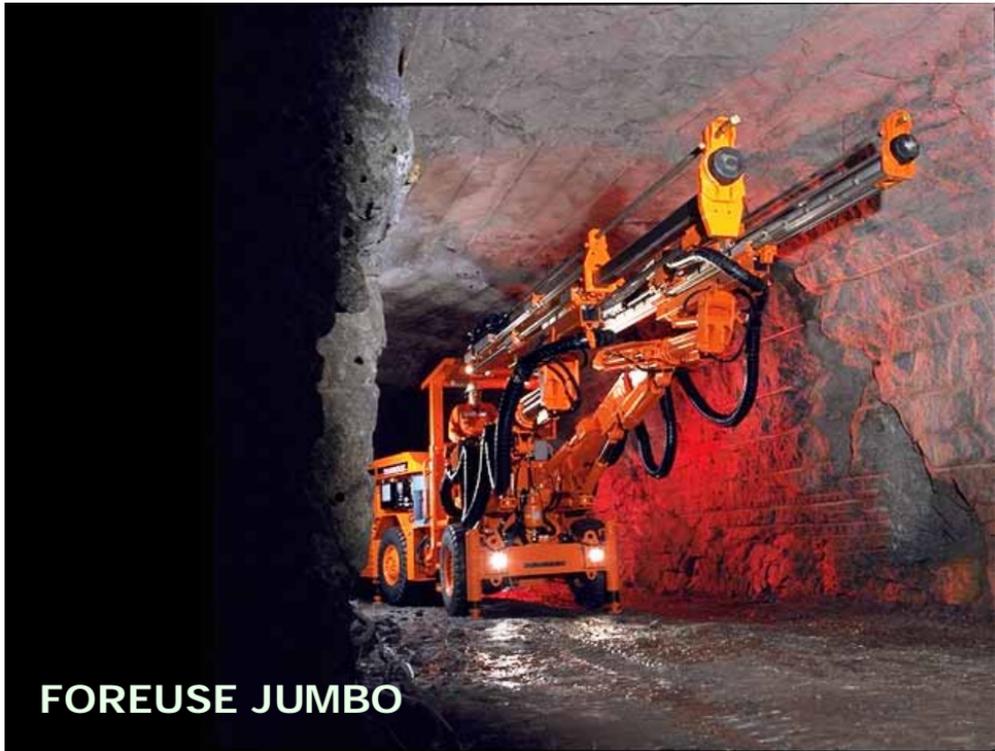
- **Contenu de la présentation**
  - Description de la gestion de l'eau lors des activités d'exploitation
  - Performance environnementale de l'industrie
  - Obligations légales de l'industrie



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

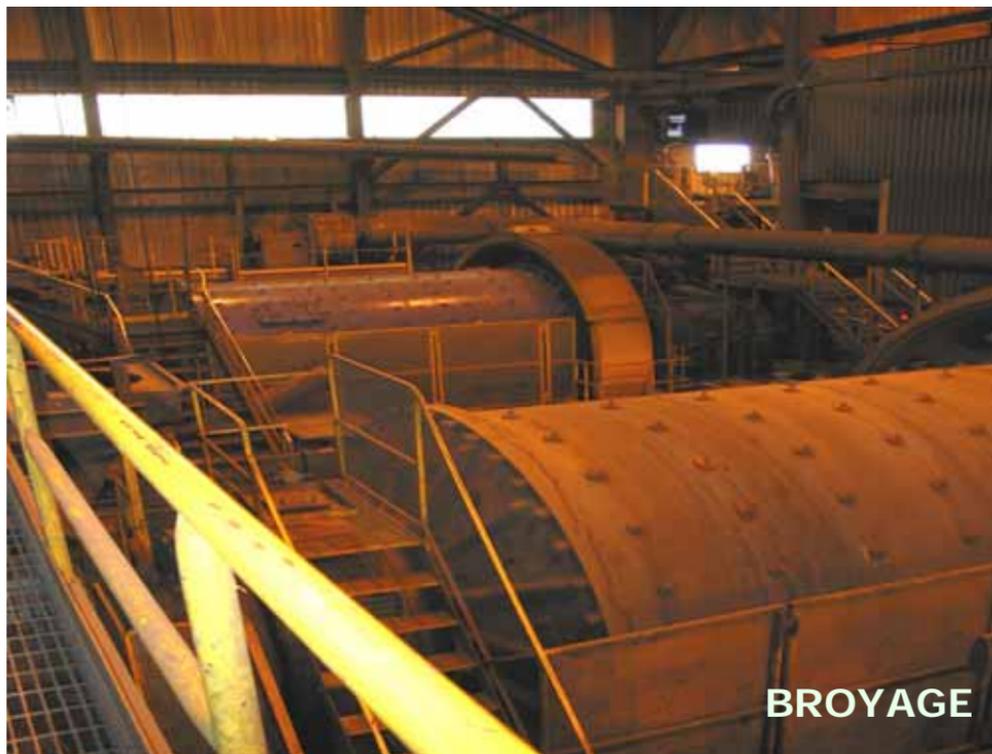
- **Dans l'industrie minière, l'eau est utilisée:**
  - Pour le forage des trous pour l'extraction du minerai
  - Pour le broyage du minerai
  - Pour le traitement du minerai



**FOREUSE JUMBO**



**ARRIVÉE MINERAL**



**BROYAGE**

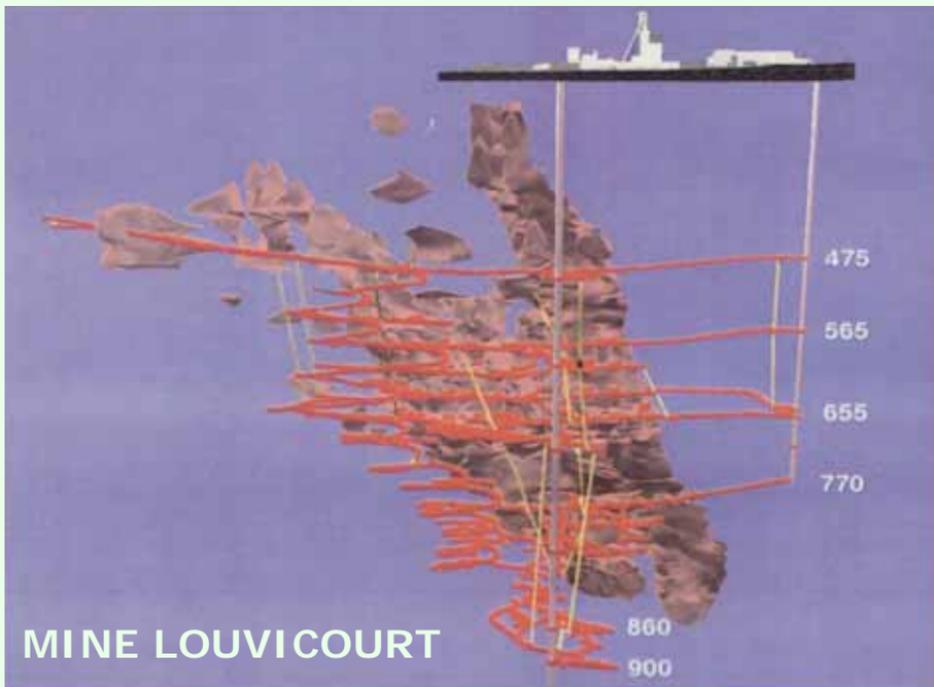
# FLOTTATION





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Des volumes d'eau additionnels doivent être gérés car:**
  - On doit pomper l'eau souterraine des galeries en surface pour permettre l'extraction du minerai
  - Les précipitations saisonnières s'accumulent dans les parcs à résidus en raison de leur grande superficie (50 – 100 ha)
  - Apports résiduels de bassins versant dans certains cas







**LES MINES SELBAIE**



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **L'eau issue du traitement du minerai:**
  - Est acheminée au parc avec les résidus sous forme de pulpe (60-80% d'eau)
  - Séjourne dans le parc pour décanter les MES et dégrader les cyanures
  - Peut aussi être acheminée à d'autres unités de traitement avant d'être rejetée à l'environnement



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

### ■ Exemples:

- Bassin de polissage pour décantation supplémentaire des MES
- Unité ajoutant du sulfate ferrique pour décanter les MES ou l'arsenic
- Unité de chaulage pour éliminer l'acidité
- Procédé chimique pour dégrader les cyanures



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Exemples (suite):**
  - Unité de traitement biologique pour éliminer la toxicité aiguë à l'effluent
  - Ajout de chlorure de baryum pour réduire la concentration en radium



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **L'eau provenant du pompage des galeries souterraines:**
  - Est accumulée dans des bassins de polissage pour décanter les MES avant son rejet (eaux d'exhaure)
  - Peut être acheminée au parc avec l'eau de procédé avant d'être rejetée à l'environnement
  - Peut subir un traitement additionnel si requis



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

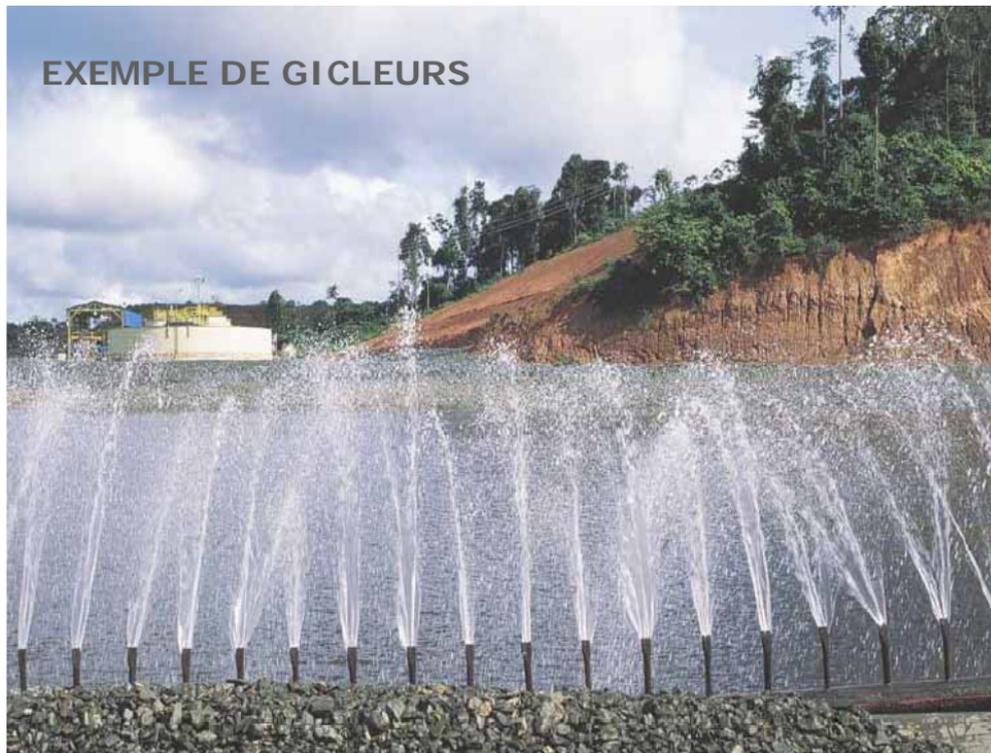
- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents**
  - On utilise des proportions importantes d'eau du parc pour traiter le minerai
    - Mines d'or → 85% d'eau usée réutilisée
    - Mines de métaux de base → 77% d'eau usée réutilisée
    - Mines de métaux ferreux →  $\cong$  90%



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Diminue aussi de façon importante les volumes d'eau rejetée
  - On utilise parfois des gicleurs dans les parcs pour « vaporiser » l'eau de procédé sur des surfaces sèches de résidus et augmenter l'évapotranspiration

## EXEMPLE DE GICLEURS





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Permet de réduire significativement les rejets d'effluents qui n'ont lieu que quelques mois par année pour des étés normaux
  - Accélère la dégradation des cyanures
  - L'humidification diminue l'érosion éolienne



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - On envoie parfois l'eau de procédés et les résidus dans des fosses à ciel ouvert n'étant plus exploitées



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Élimine complètement les rejets d'effluent pendant plusieurs années jusqu'à ce que la fosse soit remplie



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Difficulté de recirculer à 100%
  - Problèmes de récupération des métaux
  - Corrosion et usure sur les équipements et conduites



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Poursuite des efforts en misant sur des travaux de R&D
  - Excédent d'eau dans les parcs à cause des précipitations ou des apports de bassins versant



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les efforts faits pour réduire les besoins en eau fraîche ou les rejets d'effluents (suite)**
  - Les efforts réalisés pour l'eau d'exhaure
    - Réutilisation de l'eau d'exhaure pour satisfaire les besoins des activités souterraines
    - Étanchement des puits
  - Difficulté de diminuer le pompage des eaux souterraines, car c'est une activité essentielle à l'extraction minière



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Gestion des rejets d'effluents de  
parcs à résidus**
  - Le débit rejeté est géré selon:
    - Les quantités de précipitations  
annuelles
    - La qualité de l'eau à l'effluent



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Gestion des rejets d'effluents de  
parcs à résidus (suite)**
  - On rejette l'eau du parc surtout:
    - Au printemps pour évacuer la crue
    - À l'automne pour évacuer la crue  
automnale et pour être capable  
d'emmagasiner les précipitations  
hivernales



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Gestion des rejets d'effluents de parcs à résidus (suite)**
  - Aucun rejet du parc pendant les mois d'hiver si pas de pluie
  - Peu ou pas de rejet à la fin de l'été

# Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

## ■ Variation des débits d'effluent



28



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Gestion des rejets d'effluent  
d'eau d'exhaure**
  - Débits rejetés durant toute l'année
  - Variation saisonnière des débits



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- Les entreprises minières font un suivi de la qualité des eaux souterraines et du niveau de la nappe
- Pompage de l'eau souterraine entraîne rabattement de la nappe phréatique



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Lorsque des puits locaux sont affectés, l'entreprise compense:**
  - En assumant les travaux d'approfondissement ou de déplacement du puit
  - En fournissant l'approvisionnement par des camions citernes
  - En raccordant les résidences à l'aqueduc local



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

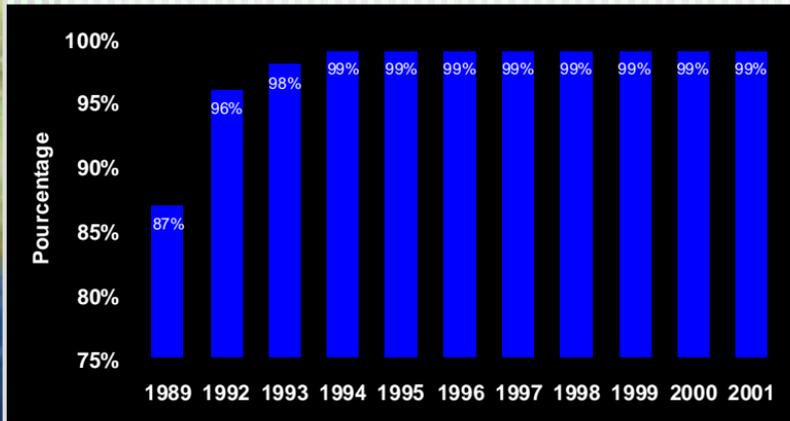
---

- Performance de l'industrie pour la qualité des effluents
- Résultats de suivi utilisés = ceux envoyés au MENV (Directive 019)
- Conformité calculée de la même façon que le MENV



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

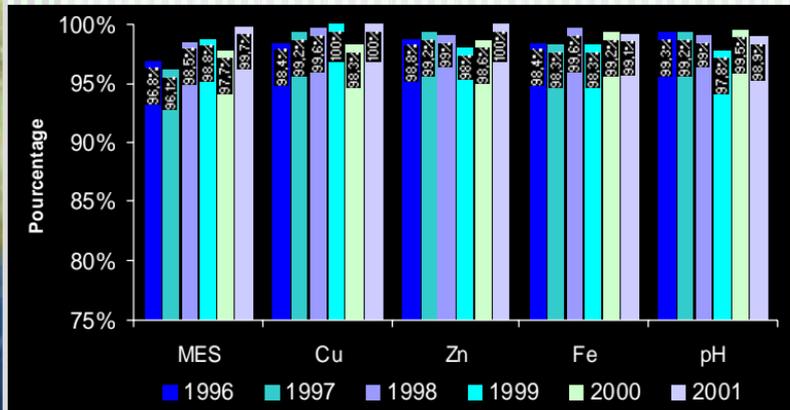
### ■ Conformité des effluents miniers





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Conformité des effluents miniers





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Conformité des effluents miniers

<b>TOXICITÉ AIGUË</b>	Test avec la truite	Test avec la daphnie
2000	<b>94 %</b>	<b>84 %</b>
2001	<b>97 %</b>	<b>88 %</b>



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### Gestion de l'eau - Établissements aurifères





# Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

## Gestion de l'eau - Établissements des métaux de base





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Lois et règlements applicables 2003**
  - 17 lois (7 nouvelles depuis 2001)
  - 29 règlements (6 nouveaux, 2 mis à jour depuis 2000)
  - 5 politiques
  - 2 directives



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Obligations environnementales des mines**
  - Lois sur la qualité de l'environnement
    - Directive 019
    - Règlement sur les attestations
    - Règlement sur la réhabilitation des terrains contaminés
  - Loi sur les mines
  - Loi sur les pêches
    - Règlement sur les effluents des mines de métaux

# Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise



Projet minier

Procédure  
élaborée d'EI

- Règlement évaluation et examen des impacts sur l'environnement
- Règlement EEIE territoire de la Baie James
- Règlement EEIE territoire de Moinier

Procédure  
simplifiée

Directive 019



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Obligations environnementales des mines (suite)

#### ■ Directive 019 (MENV)

- Est une ligne directrice pour guider MENV pour la délivrance des CA de projets miniers
- L'obtention d'un CA est une exigence légale pour réaliser des projets miniers en vertu de l'article 22 de la LQE



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

### ■ Obligations environnementales des mines (suite)

#### ■ Directive 019 (MENV)

- Lorsque les exigences de la Directive 019 sont introduites dans un CA, cela leur confère un pouvoir légal similaire à un règlement
- En vigueur depuis 1989



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Obligations environnementales des mines (suite)**
  - Directive 019 (MENV)
    - Encadre les activités d'exploitation minières relativement:
      - À l'évaluation des impacts sur l'environnement si non assujetties au Règlement sur l'examen des impacts
      - Aux exigences de conformité des effluents
      - Les résultats dictent les fréquences d'échantillonnage à adopter



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Obligations environnementales des mines (suite)**
  - Directive 019 (MENV)
    - Est en révision
    - Révision sur le point d'être complétée



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Obligations environnementales des mines (suite)**
  - **Directive 019 (MENV)**
    - **La version révisée contiendra de:**
      - Nouvelles exigences pour le suivi des effluents
      - Nouvelles exigences pour la protection des eaux souterraines (suivi et mesures d'étanchéité des parcs)
      - Nouvelles exigences pour la caractérisation et la gestion des résidus miniers
      - Nouvelles exigences pour le suivi post restauration
      - Nouvelles exigences relatives aux niveaux sonores



# Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Fréquence d'échantillonnage, d'analyse et de mesures à l'effluent final**

Fréquences	3/sem.	1/sem.	1/mois	Annuel
Paramètres	MES pH <sup>3</sup>	As <sup>4</sup> Cu Fe <sup>4</sup> Ni Pb Zn CN totaux	Toxicité aiguë	Paramètres des groupes 1 et 4 19 métaux 4 nutriments 15 physico- chimiques 5 autres fac

\* Débit en continue ou 3 fois/semaine



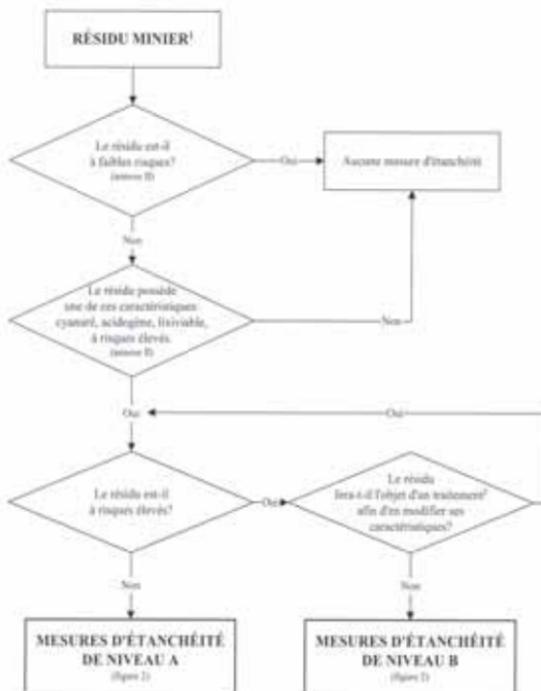
## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Exigences au point de déversement de l'effluent final

PARAMÈTRES	COLONNE I CONCENTRATION MOYENNE ACCEPTABLE (MOYENNE ARITHMÉTIQUE MENSUELLE)	COLONNE II CONCENTRATION MAXIMALE ACCEPTABLE DANS UN ÉCHANTILLON INSTANTANÉ
Arsenic	0,200 mg/l	0,400 mg/l
Cuivre	0,300 mg/l	0,600 mg/l
Fer	3,000 mg/l	6,000 mg/l
Nickel	0,500 mg/l	1,000 mg/l
Plomb	0,200 mg/l	0,400 mg/l
Zinc	0,500 mg/l	1,000 mg/l
Cyanures totaux	1,000 mg/l	2,000 mg/l
Hydrocarbures (C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> )	Nil	2,000 mg/l
Matières en suspension	15,000 mg/l	30,000 mg/l



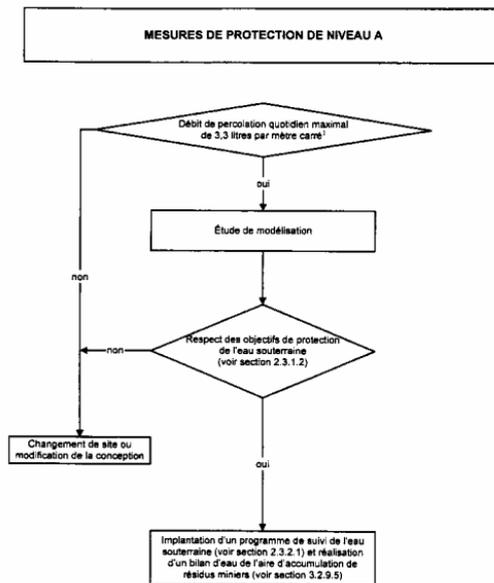
## Directive 019 - Mesure d'étanchéité des parcs





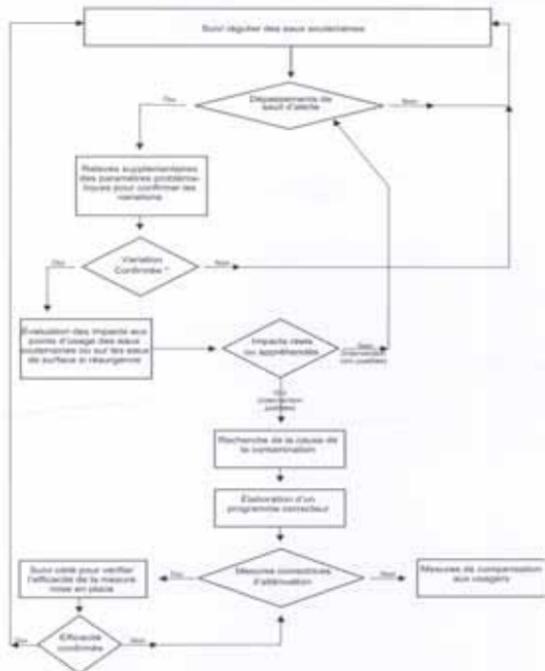
## Directive 019 – Mesure d'étanchéité des parcs

Figure 5 : Mesures d'étanchéité à appliquer pour la protection de l'eau souterraine  
-Niveau A





## Suivi qualité eau souterraine





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Définition d'un objectif environnemental de rejet (OER)**
  - Concentration ( $C_e$ ) et charge ( $C_e Q_e$ ) maximales à l'effluent, d'un contaminant donné ou de la toxicité globale
  - Visant à assurer la protection des usages du milieu récepteur par le respect des critères de qualité de l'eau, à la limite de la zone de mélange

# Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- **Principes généraux  
d'application des OER**
  - Outil pour évaluer l'acceptabilité  
environnementale d'un projet
    - Mettre en évidence des cas  
problèmes où des efforts  
supplémentaires d'assainissement  
doivent être consentis



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Principes généraux  
d'application des OER (suite)**
  - Utilisation des OER pour la  
détermination de normes de rejet
    - Les OER ne doivent jamais être  
intégrés directement en tant que  
normes de rejet dans un document à  
caractère légal



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ OER

#### ■ Outil utilisé

- Pour définir si nécessaire, des exigences de rejet plus serrées que celles de la Directive 019
- Optimiser la localisation du point de déversement
- Optimiser certaines pratiques d'exploitation
- Optimiser les techniques de traitement des eaux usées minières et de la question des résidus miniers



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Objectifs environnementaux de rejets (OER)**
  - Création d'un groupe de travail conjoint AMQ-MENV sur les OER
  - Mandat du groupe de travail



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- Compléter la méthode d'élaboration des OER pour tenir compte des spécificités de l'industrie minière en examinant:
  - L'utilisation de critères de qualité de l'eau spécifique au site plutôt que générique
  - L'utilisation de débits d'étiage variables plutôt qu'annuel



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- Compléter la méthode d'élaboration des OER pour tenir compte des spécificités de l'industrie minière en examinant: (suite)
  - L'utilisation de concentrations amont fiables
  - Les OER en terme de concentrations uniquement
  - La pertinence de définir les types de cours d'eau à protéger



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Les modifications à la méthode faisant l'objet de consensus seront intégrées au document méthodologique du MENV**
  - Début des travaux en avril 2003, fin en 2005
  - Nécessité d'un cadre d'utilisation des OER distinguant les mines existantes des mines en fermeture et des nouveaux projets



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement**
  - **PRRI (MENV)**
    - Est un permis d'exploitation qui requiert des attestations d'assainissement d'une durée de cinq ans à la fois
    - Une attestation d'assainissement est un engagement envers le gouvernement de réduire ses émissions et ses rejets dans l'environnement pendant la période visée



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement (suite)**
  - **PRRI (MENV)**
    - Est une obligation légale en vertu de la LOE (section IV.2)
    - Est un programme d'amélioration continue
    - Couvre les trois milieux récepteurs (AIR-EAU-SOL)



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations  
d'assainissement (suite)**
  - **PRRI (MENV)**
    - Détermine des exigences  
environnementales propres à chaque  
site selon les milieux récepteurs en  
présence et les procédés de  
traitement utilisés



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement (suite)**
  - 1<sup>re</sup> attestation d'assainissement
    - Phase d'acquisition des connaissances seulement
    - Normes et exigences de suivi mais pas d'efforts d'assainissement
    - Suivi de base des rejets (5 ans)
    - Suivi plus poussé (1 an)



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement (suite)**
  - 1<sup>re</sup> attestation d'assainissement
    - Inclusion d'exigences de normes et de suivi environnemental basées sur la Directive 019
    - Normes sont celles déjà contenues dans les CA
    - Exigences de suivi sont celles de la nouvelle Directive ou du règlement fédéral



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement (suite)**
  - 1<sup>re</sup> attestation d'assainissement
    - Études de caractérisation ou surveillance à réaliser pour compléter le portrait des rejets évalués à partir du bilan
    - Résultats des études permettront de parfaire le portrait et de réajuster les redevances annuelles à fournir au MENV



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les attestations d'assainissement (suite)**
  - 1<sup>re</sup> attestation d'assainissement
    - **Priorités accordées aux:**
      - Rejets d'eaux usées (surface)
      - Résidus miniers
      - Plan de mesures d'urgence
      - Suivi de base des eaux souterraines
    - **Mines de métaux-intégration des données du règlement fédéral**
    - **Nouveau projet: durée de 10 ans pour la première attestation d'assainissement**



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur la réhabilitation des terrains**
  - En vigueur en mars 2003
  - Établit des exigences de suivi de l'eau souterraine pour certaines catégories d'activités industrielles et sous certaines conditions
  - Activités industrielles: les mines y sont (sauf minéraux industriels)



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur la réhabilitation des terrains (suite)**
  - **Conditions:**
    - La nappe située sous le terrain industriel fait l'objet d'un usage en aval (moins de 1 km)
    - Un cours d'eau de surface faisant l'objet d'un usage est situé à moins d'un kilomètre en aval du terrain



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Règlement sur la réhabilitation des terrains (suite)

#### ■ Si oui:

- Suivre 3 fois/année les paramètres de l'annexe 1 du Règlement sur l'eau potable susceptibles d'être affectés par l'activité industrielle

#### ■ Dérogation:

- Si démonstration que pas d'effet sur les usages



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux (REMM)**
  - Promulgué en 1977 (exemption mines avant 1977 et mines utilisant des cyanures)
  - Révisé de 1993 à 1999
  - Version révisée promulguée en juin 2002
  - S'appliquera à toutes les mines de métaux en activité avec un débit total d'effluent  $>50\text{m}^3/\text{j}$

70



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux (REMM) - (suite)**
  - **Visé à encadrer les activités minières en ce qui a trait à la protection de l'habitat du poisson et de la ressource piscicole**





## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux (REMM) - (suite)**
  - Prescrit des exigences de conformité des effluents miniers relativement:
    - Matières en suspension (MES)
    - pH
    - Métaux (As, Cu, Pb, Ni, Zn)
    - Cyanures
    - Radium
    - Toxicité



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux (REMM) - (suite)**
  - Fréquence d'échantillonnage variable
  - Requiert chaque mine de métaux à faire des études de suivi des effets sur le milieu aquatique récepteur (qualité de l'eau, invertébrés benthiques, poissons)



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Résumé des suivis physico-chimiques

	Fréquence	Site de mesure	Paramètres
Suivi de l'effluent	Hebdo	Chaque point de rejet	As, Cu, CN, Pb, Ni, Zn, MES, Rd, pH
Toxicité aiguë	Mensuel	Chaque point de rejet	2 tests (poissons, invertébrés)
Caractérisation de l'effluent	4 fois/année	Chaque point de rejet	Alcalinité, dureté Al, Cd, Fe, Hg, Mo, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub>
Toxicité sub létale	2 fois/année	Point le + à risque	4 tests (algues, plantes, invertébrés, poissons)
Suivi qualité de l'eau	4 fois/année	Zone exposée Zone référence	Tous ceux de la caractérisation + T°C + O <sub>2</sub>

75



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- Étude des populations de poissons
- Étude des tissus de poissons (Hg)
- Étude des communautés d'invertébrés benthiques



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- Étude des populations de poissons
  - Objectifs
    - Vérifier si l'effluent a un effet sur les poissons
    - En vérifiant la présence de différences statistiques
      - Dans la croissance
      - Dans la reproduction
      - Dans la survie (recrutement)
      - Dans la condition
    - Entre les populations des zones exposée et de référence



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

- **Suivi des tissus de poissons**
  - Objectif:
    - Évaluer si l'effluent entraîne une augmentation des teneurs en mercure des poissons
  - Déclencheur
    - Concentration du mercure total dans l'effluent  $> 0,10 \text{ ug/L}$



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Suivi des invertébrés benthiques

#### ■ Objectifs:

- Évaluer si l'effluent entraîne des effets sur l'habitat du poisson (sa nourriture)
- En vérifiant s'il y a des différences dans les indicateurs de santé des communautés entre la zone exposée et la zone de référence



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

### ■ Conclusion

- L'industrie a beaucoup évolué depuis 20 ans en environnement
- De gros efforts ont été déployés pour améliorer la gestion de l'eau
- La gestion de l'eau est effectuée selon une perspective de développement durable
  - ↑ d'utilisation d'eau usée pour satisfaire les besoins en eau
  - ↓ des approvisionnements en eau fraîche
  - Conformité élevée des effluents

80



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

### ■ Conclusion (suite)

- La performance environnementale de l'industrie s'améliore progressivement et de façon constante depuis 20 ans (qualité des effluents)
- Les mines exercent leurs activités d'exploitation de façon à minimiser leurs impacts sur l'environnement et la santé humaine



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

### ■ Conclusion (suite)

- Les mines exercent leurs activités d'exploitation en fonction de nombreuses obligations à l'égard de la gestion de l'eau
- Les mines investissent des sommes appréciables en recherche et développement pour poursuivre l'amélioration de leur performance



## Gestion de l'eau dans l'industrie minière québécoise

---

- Investissements en R&D en environnement
- 2000: 1 millions \$
- 2001: 5 millions \$
- Sujets d'intérêt:
  - Toxicité des effluents
  - Gestion des résidus miniers (drainage acide, remblai en pâte)
  - Biodisponibilité des métaux
  - Gestion de l'eau