

GUIDE DE CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ÉTAT INITIAL DU MILIEU AQUATIQUE AVANT L'IMPLANTATION D'UN PROJET INDUSTRIEL



2015
Version 1

Photos de la page couverture (de haut en bas) :

1. **Échantillonnage de l'eau pour l'analyse des métaux traces dans la rivière Blanche en septembre 2008.** Le transfert de l'eau de la bouteille de prélèvement à la bouteille de conservation se fait à l'intérieur des sacs de protection de la petite bouteille
2. **Échantillonnage de l'eau pour l'analyse des métaux traces dans la rivière Sainte-Anne-du-Nord à Beupré en mai 2006.** Le double sac contenant la bouteille de 125 ml acidifiée est transféré dans la glacière de transport des échantillons

Ce document peut être consulté sur le site Internet du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques au <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca>.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

ISBN 978-2-550-73838-1

© Gouvernement du Québec, 2015

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

Lise Boudreau¹
Sylvie Cloutier¹
Isabelle Guay¹
France Pelletier¹

Collaboration

Nathalie Dassylva²
Martine Gélinau¹
Serge Hébert¹
Carole Lachapelle¹
Louis Roy¹
Lucie Wilson¹
Vincent Veilleux¹

Mise en page

Manon Laplante¹

1 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

2 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), Direction de l'analyse chimique

Référence bibliographique :

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, (MDDELCC), 2015. *Guide de caractérisation physico-chimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-73838-1, 12 p. 3 annexes.

Mots clés :

Échantillonnage, eaux de surface, état de référence, caractérisation, état initial.

TABLE DES MATIÈRES

1	GÉNÉRALITÉS.....	1
2	BANQUE DE DONNÉES SUR LA QUALITÉ DU MILIEU AQUATIQUE DU MDDELCC	2
3	PROCÉDURE POUR LA CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ÉTAT INITIAL DE L'EAU DE SURFACE	3
4	PROGRAMME DE CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL DES SÉDIMENTS	6
5	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS	8
6	ACQUISITION DE DONNÉES POUR LA DÉTERMINATION DE LA DILUTION PAR MODÉLISATION HYDRODYNAMIQUE.....	9
7	PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DU MILIEU PENDANT L'EXPLOITATION.....	9
8	RÉFÉRENCES	11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Paramètres de base suivis aux stations du MDDELCC	2
Tableau 2 :	Paramètres de base visés par la caractérisation de l'état initial des eaux de surface	4

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Éléments de caractérisation physico-chimique pour déterminer l'état trophique d'un lac.....	13
Annexe 2	Méthodes d'analyse et limites de détection pour les paramètres de base.....	14
Annexe 3	Informations à fournir – Modélisation de l'effluent.....	16

1 GÉNÉRALITÉS

La caractérisation physico-chimique de l'état initial du milieu aquatique vise à décrire l'état du milieu avant l'implantation d'une entreprise dont les activités sont susceptibles d'en modifier la qualité.

De plus, la description de l'état initial d'un milieu permet également de:

- Connaître la vulnérabilité aux contaminants (par exemple, métaux, nutriments, acidification) des milieux aquatiques susceptibles d'être affectés par le projet.
- Établir des concentrations en amont propres au site qui pourront servir à l'établissement des objectifs environnementaux de rejet¹ (OER) pour les eaux usées traitées.
- Fournir des concentrations de référence pour l'eau et les sédiments pouvant servir notamment :
 - en cas de déversements;
 - au moment de la réalisation du programme de restauration à la fin des activités de l'entreprise;
 - lors du suivi de la qualité du milieu récepteur.
- Vérifier la détérioration du milieu ou la présence d'autres contributeurs sur le même tronçon de cours d'eau.
- Documenter les conditions hydrodynamiques du milieu.

Une caractérisation physico-chimique de l'état initial est nécessaire lorsque les données existantes ne permettent pas de bien définir la qualité du milieu d'implantation du projet. La caractérisation de l'état initial des sédiments est aussi un indicateur de l'état initial du milieu aquatique. En effet, pour certains rejets, l'impact du projet se fera sentir plus spécifiquement sur la qualité des sédiments que sur la qualité de l'eau de surface.

Projets concernés

L'établissement d'un état initial du milieu est requis pour certains projets. Ce sont tous les projets soumis à la *procédure d'évaluation et à l'examen des impacts sur l'environnement* dont les activités génèrent des eaux usées qui, après traitement, seront déversées dans une eau de surface ou dont les activités produisent des émissions pouvant affecter la qualité des eaux de surface².

Tout autre projet majeur, pour lequel le Ministère jugera qu'une telle caractérisation est nécessaire, sera aussi visé par les procédures décrites dans le présent guide.

¹ Pour obtenir de l'information sur les OER, consulter <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm>.

² Le document ne couvre pas la caractérisation de l'état initial en eaux salées. Pour ces projets, des indications seront données au cas par cas par le MDDELCC.

2 BANQUE DE DONNÉES SUR LA QUALITÉ DU MILIEU AQUATIQUE DU MDDELCC

La Banque de qualité du milieu aquatique (BQMA) est une source de données importantes sur la qualité des eaux de surface. La BQMA collige toutes les données que le Ministère a recueillies sur les milieux aquatiques du Québec depuis 1979, dont les données sur la qualité de l'eau du Réseau-rivières et du Réseau-fleuve. Actuellement, le Réseau-rivières compte 260 stations réparties dans les régions hydrographiques 01 à 08 du Québec méridional et le Réseau-fleuve regroupe 27 stations situées entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans.

Les stations de qualité de l'eau de ces deux réseaux sont suivies de façon régulière pour les paramètres physico-chimiques de base et les nutriments (tableau 1).

Tableau 1 : Paramètres de base suivis aux stations du MDDELCC

Phosphore total	Coliformes fécaux
Azote total	Turbidité
Nitrites-nitrates	Matières en suspension
Azote ammoniacal	pH
Chlorophylle a	Conductivité
Phéopigments	Carbone organique dissous
	Température

Un suivi des **métaux en traces**³ et des ions majeurs dans l'eau est effectué à certaines stations du Réseau-rivières et du Réseau-fleuve depuis 2004. En 2014, plus de 80 stations, dont 15 stations du fleuve, ont été suivies sur une base mensuelle (de mai à novembre) pour les métaux en traces et les ions majeurs pendant au moins une année. Certaines de ces stations ont aussi été suivies pour les métaux de terres rares. Au Nord du Québec, 75 stations ont aussi fait l'objet d'un échantillonnage ponctuel pour les métaux en traces, les métaux de terres rares et les ions majeurs.

La majorité des données récentes recueillies à ces stations⁴ et les statistiques descriptives qui y sont associées sont disponibles sur le site de l'Atlas interactif de la qualité des eaux : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp.

Les données récentes et les données historiques sur la qualité de l'eau sont aussi disponibles sur demande auprès de bqma@mddelcc.gouv.qc.ca. Les données de la BQMA peuvent être utilisées

³ Les métaux sont souvent présents dans l'environnement à l'état de traces, c'est-à-dire à des concentrations de quelques nanogrammes à quelques microgrammes par litre. Pour effectuer le suivi des métaux dans les eaux de surface, il faut pouvoir déterminer des concentrations de métaux à ces niveaux et prévenir la contamination des échantillons (MDDELCC, 2014; CEAEQ, 2013).

⁴ Les données de l'échantillonnage ponctuel réalisé au Nord du Québec ne sont pas dans l'Atlas interactif de la qualité des eaux.

dans certains cas pour décrire l'état initial. Les stations retenues doivent alors être représentatives du secteur à l'étude. Pour les paramètres de base, une période minimale de trois ans de données sera retenue. Les données disponibles doivent aussi permettre de répondre aux objectifs de la caractérisation. Dans le cas contraire, il est de la responsabilité du promoteur d'effectuer la caractérisation de l'état initial des eaux de surface à la satisfaction du Ministère.

La BQMA n'est pas une source de données pour la qualité des sédiments.

3 PROCÉDURE POUR LA CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ÉTAT INITIAL DE L'EAU DE SURFACE

Localisation et nombre de stations d'échantillonnage

Les milieux aquatiques susceptibles d'être affectés par l'activité industrielle visée doivent être caractérisés. Si des eaux usées sont déversées dans plusieurs plans d'eau, des stations d'échantillonnage doivent être localisées dans chacun de ces plans d'eau.

De façon générale, les stations établies pour la caractérisation de l'état initial devraient être reprises pour le suivi de la qualité de l'eau durant la phase de réalisation du projet, si un tel suivi est jugé nécessaire.

Le nombre de stations nécessaires pour décrire les caractéristiques du milieu dépend du projet, du milieu récepteur et de l'étendue des impacts appréhendés. Il peut être préférable de limiter le nombre de stations et d'avoir une bonne représentativité de la variabilité annuelle.

En **lac**, le choix des stations d'échantillonnage doit permettre de caractériser les différentes masses d'eau. La localisation et le nombre de stations (généralement entre une et trois) dépendent de la morphologie et des dimensions du lac. La caractérisation doit aussi permettre de détecter la thermocline et d'en déterminer la profondeur.

Le niveau trophique du lac doit aussi être déterminé lorsque l'eutrophisation est un enjeu. C'est le cas, notamment, si un rejet susceptible de contenir du phosphore est déversé dans un lac ou en amont de celui-ci. L'annexe 1 présente les éléments de caractérisation qui doivent être pris en compte pour déterminer le niveau trophique d'un lac.

Fréquence et période d'échantillonnage

L'échantillonnage devrait être effectué sur une base mensuelle pendant un minimum d'un an afin de couvrir la variabilité annuelle de la qualité physico-chimique. Cependant, en raison des problèmes techniques liés à l'échantillonnage en période de glace ou d'assèchement des cours d'eau intermittents, un minimum de six à huit prélèvements⁵, répartis à intervalles équivalents

⁵ Dans certaines conditions nordiques, seuls quatre prélèvements mensuels sont possibles en raison des glaces. Il est alors recommandé d'étaler la prise d'échantillons sur deux années de manière à obtenir un minimum de six à huit données réparties sur la période libre de glace.

sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, est considéré comme acceptable. Lors du prélèvement des échantillons, si les conditions météorologiques sont exceptionnelles, un nouvel échantillonnage pourrait être exigé afin de compléter la série de données.

Méthodes d'échantillonnage

L'échantillonnage de l'eau de surface doit être fait selon les règles de l'art énoncées aux chapitres 3 et 4 du document *Suivi de la qualité des rivières et des petits cours d'eau* (Hébert et Légaré, 2000). Le document *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface* (CEAEQ, 2012) fournit l'information pertinente concernant les types de contenants requis, les volumes d'échantillons recommandés, les agents de conservation et les délais de conservation pour les différents paramètres à analyser.

L'échantillonnage des métaux en traces nécessite une attention particulière. Le *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces* (MDDELCC, 2014) présente la procédure à suivre afin d'éviter la contamination des échantillons de façon à définir avec confiance les concentrations initiales des plans d'eau.

Il est à noter que le *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces* (MDDELCC, 2014) présente, en annexe, des indications sur le prélèvement d'échantillons destinés à l'analyse des métaux en traces à partir d'une embarcation.

Paramètres visés par la caractérisation

Le tableau 2 présente la liste des paramètres de base à caractériser. Il s'agit principalement de paramètres inorganiques (métaux, ions majeurs, nutriments) et de paramètres permettant de décrire la sensibilité du milieu à certains contaminants (alcalinité, carbone organique dissous, dureté).

Tableau 2 : Paramètres de base visés par la caractérisation de l'état initial des eaux de surface

Physico-chimie de base et nutriments		
Alcalinité Carbone organique dissous Conductivité Dureté Matières en suspension	Oxygène dissous pH Solides dissous totaux Température Turbidité	Azote ammoniacal (en N) Azote total (en N) Nitrates-Nitrites (en N) Phosphore total (en P) Coliformes fécaux
Anions et cations		
Bromures Calcium	Chlorures Fluorures Magnésium	Potassium Sodium Sulfates

Métaux en traces extractibles totaux⁶		
Aluminium	Cadmium	Nickel
Antimoine	Chrome	Plomb
Argent	Cobalt	Sélénium
Arsenic	Cuivre	Strontium
Baryum	Fer	Uranium
Béryllium	Manganèse	Vanadium
Bore	Molybdène	Zinc

Cette liste de base devra être complétée au cas par cas si d'autres contaminants liés aux activités du projet sont susceptibles de modifier les caractéristiques des plans d'eau (par exemple, HAP, métaux de terres rares, radionucléides.). Dans une telle situation, le promoteur doit vérifier auprès du Ministère, avant la campagne d'échantillonnage, les exigences particulières associées aux nouvelles analyses.

De plus, si avant l'implantation du projet, le milieu récepteur est déjà influencé par d'autres rejets, le promoteur pourrait, dans certains cas, avoir avantage à documenter le niveau initial de ces contaminants. Par exemple, dans le cas où une mine existante située en amont d'un projet minier rejette des effluents cyanurés, le promoteur devrait documenter le niveau de cyanures dans le milieu.

Méthodes d'analyse et limites de détection

Les analyses devraient idéalement être réalisées par un laboratoire accrédité pour les eaux de surface. Les méthodes d'analyse recommandées et les limites de détection attendues pour les paramètres du tableau 2 sont présentées à l'annexe 2. Des méthodes équivalentes aux méthodes listées pourront être acceptées. Les méthodes d'analyse retenues doivent toutefois permettre de déterminer les concentrations avant projet de tous les paramètres et prévenir la contamination des échantillons.

Pour les métaux en traces, l'analyse de la fraction du métal dite « extractible total » est demandée. Cette forme du métal est obtenue par une minéralisation à chaud avec acide nitrique (HNO₃) et acide chlorhydrique (HCl) (CEAEQ, 2012).

Programme d'assurance qualité

Le programme de caractérisation doit en plus de reposer sur un programme d'assurance qualité pour les analyses en laboratoire (blancs, % de recouvrement, duplicata), inclure un programme d'assurance qualité sur le terrain permettant d'assurer la validité des résultats. Ainsi, en plus des contrôles en laboratoire, plusieurs échantillons de contrôle doivent être prélevés lors de chaque campagne d'échantillonnage (Hébert et Légaré, 2000). Pour les métaux en traces, il est recommandé de réaliser un blanc de terrain si la campagne est réalisée sur une journée, sinon, 3

⁶ Pour certains métaux, la caractérisation de la qualité de l'eau est complétée par une caractérisation de la chair de poissons. Il s'agit du mercure, du sélénium et de l'arsenic. Pour ce suivi, l'échantillonnage de la chair des poissons doit être effectué en conformité avec le protocole du Ministère (MDDEFP, 2013).

blancs de terrains par 5 jours d'échantillonnage sont acceptables. Pour les autres paramètres, un blanc de terrain par campagne est recommandé.

Le *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces* (MDDELCC, 2014), présente des indications (section 2.2) sur la réalisation d'échantillons de contrôle de qualité lors de l'échantillonnage des métaux en traces. Pour les métaux en traces, les échantillons de contrôle devraient représenter environ 10 % du nombre total d'échantillons.

4 PROGRAMME DE CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL DES SÉDIMENTS

Les recommandations qui suivent s'appliquent principalement aux projets miniers, car ils sont susceptibles d'émettre des contaminants, en particulier des métaux, qui peuvent s'accumuler dans les zones propices à la sédimentation, notamment les lacs et les baies. Toutefois, ces recommandations pourraient également s'appliquer à tout autre type de projet susceptible d'émettre des contaminants qui s'accumulent dans les sédiments.

Localisation des stations d'échantillonnage

Les stations d'échantillonnage doivent être établies dans les milieux qui recevront l'effluent ou l'eau de ruissellement du site et où les particules fines peuvent se déposer. Ces milieux sont généralement des lacs, des étangs ou des baies.

Dans ces milieux, il faut établir des stations « exposées » et des stations « témoins ». Les stations « exposées » doivent être établies en aval du futur point de rejet de l'effluent, dans le secteur le plus susceptible de constituer une zone de sédimentation stable. Par exemple, dans les lacs, les stations exposées doivent être établies en zone profonde, loin de la rive, idéalement dans la fosse. La localisation exacte des stations dépend de la configuration du plan d'eau. Dans certains cas, lorsque l'écoulement du rejet est unidirectionnel, il peut être souhaitable de répartir les stations exposées selon un transect, à diverses distances du point de rejet. Dans d'autres cas, il peut être préférable de répartir les stations dans plusieurs secteurs d'accumulation.

Les stations témoins doivent être établies dans des zones qui ne sont pas affectées par le rejet et qui présentent des caractéristiques similaires aux zones exposées (même profondeur, même granulométrie, etc.). Si aucune zone témoin ne peut être identifiée dans le plan d'eau récepteur, les stations témoins peuvent être établies dans un plan d'eau similaire.

Nombre de stations d'échantillonnage et nombre d'échantillons

Les stations d'échantillonnage doivent être établies en nombre suffisant pour documenter la qualité des sédiments dans la (les) zone(s) exposée(s) et dans la (les) zone(s) de référence. Le nombre de stations nécessaires varie selon la situation. Il est recommandé qu'au moins trois stations exposées soient établies dans chaque plan d'eau récepteur et qu'au moins une station témoin soit établie dans chaque zone de référence. Chaque échantillon sera analysé individuellement.

Il est recommandé qu'au moins cinq échantillons soient prélevés à chacune des stations afin de couvrir la variabilité des teneurs à l'intérieur d'une même zone.

Couche de sédiments à prélever

Les analyses doivent être effectuées sur la couche de sédiments de surface récemment déposés, soit les premiers centimètres.

Le prélèvement doit être effectué de façon à ne pas perturber la couche de surface de l'échantillon. Pour ce faire, il est recommandé d'enfoncer la benne d'au moins 6 à 8 cm dans les sédiments et de prélever la couche de surface de la benne, à la cuillère, pour constituer l'échantillon qui sera acheminé au laboratoire. Il faut éviter de prendre les sédiments en contact avec les parois de la benne. Il ne doit pas y avoir de tamisage ni de prétamisage sur le terrain. Il faut éviter d'inclure des cailloux, de façon à ce que l'échantillon soit constitué de sédiments fins.

Le Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime (EC 2002a, 2002b) fournit des informations générales sur l'échantillonnage et le prélèvement des sédiments. Le chapitre 7 du *Guide technique pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement des mines de métaux* (EC, 2012) fournit également des renseignements utiles sur les précautions à prendre lors de l'échantillonnage, des prélèvements et des manipulations des sédiments.

Lorsque le site a été affecté par des activités antérieures (minières ou autres) qui ont pu contaminer les sédiments pendant plusieurs années, il est recommandé d'établir le profil historique de la contamination des sédiments et les teneurs naturelles. Pour ce faire, il est suggéré de prélever une carotte de sédiments d'environ 30 cm de longueur et de découper des tranches de 1 cm à diverses profondeurs (par exemple : 1-2 cm, 4-5 cm, 9-10 cm, 19-20 cm et 29-30 cm) qui seront analysées.

Fréquence et période d'échantillonnage

La caractérisation initiale des sédiments est effectuée avant le début des activités industrielles ou minières. Une seule période d'échantillonnage est requise, pourvu qu'elle permette d'obtenir le nombre d'échantillons requis pour une bonne représentativité (voir section *Nombre de stations d'échantillonnage et nombre d'échantillons*). Elle peut avoir lieu à n'importe quel moment durant l'année.

Paramètres visés par le suivi physico-chimique des sédiments

Les analyses doivent porter sur les contaminants susceptibles d'être rejetés dans le milieu aquatique et de se déposer dans les sédiments. En pratique, il s'agit des mêmes paramètres que ceux visés par la caractérisation de l'eau à l'exception des substances qui demeurent dissoutes dans l'eau. Ainsi, les paramètres à analyser sont principalement les métaux caractéristiques de l'activité, le carbone organique total, le soufre et la granulométrie. Toutefois, cette liste de base devra être complétée si d'autres contaminants reliés aux activités du projet sont susceptibles de modifier les caractéristiques des sédiments, en particulier les métaux de terres rares et les radionucléides qui ont une forte propension à se lier aux sédiments.

Méthodes d'analyse et limites de détection

Pour les métaux, les analyses doivent porter sur la fraction extractible totale. Les limites de détection doivent être inférieures au premier seuil des critères de qualité utilisés pour la prévention de la contamination, soit la concentration d'effets rares (EC et MDDEP, 2007).

Une description visuelle de chaque échantillon est également requise.

Des renseignements sur la caractérisation des sédiments sont présentés dans le document *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*, 39 p. (EC et MDDEP, 2007). De plus, un guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments, fournissant des renseignements utiles pour chacun des paramètres d'analyse, est en cours d'élaboration.

5 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS

Les résultats d'analyse doivent être compilés et interprétés adéquatement. Les résultats doivent être présentés dans des tableaux synthèses présentant, pour chaque station et chaque date d'échantillonnage, les résultats d'analyse et les contrôles de qualité, notamment les blancs de terrain. Les limites de détection, les unités de mesure et les résultats non détectés doivent être clairement identifiés. Pour la caractérisation de l'eau, les médianes des données seront présentées par station. Pour le calcul de la médiane, les résultats non détectés seront considérés comme équivalents à la moitié de la limite de détection. Pour la caractérisation des sédiments, les résultats de chaque échantillon doivent être présentés individuellement de même que la valeur moyenne obtenue à chaque station. Les résultats seront transmis au Ministère dans l'étude d'impact du projet et en tableaux électroniques selon les modalités prescrites par le Ministère.

Les stations d'échantillonnage de l'eau et des sédiments doivent être géoréférencées et localisées sur une carte sur laquelle apparaissent les points de rejet. Les méthodes retenues pour la préparation et l'analyse des échantillons doivent être précisées.

La qualité initiale de l'eau est souvent évaluée en fonction des critères de qualité de l'eau de surface du Ministère (http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/criteres_eau/index.asp). Les règles générales d'interprétation, la portée et les limites de ces critères de qualité sont fournies dans le document précité.

Pour cet exercice, les critères à retenir sont ceux assurant la protection de la vie aquatique chronique et la prévention de la contamination de l'eau et de la chair des poissons⁷ pour la consommation humaine et celle de la faune terrestre. Pour les paramètres dont la toxicité varie avec les caractéristiques du milieu⁸, les critères de qualité de l'eau sont calculés avec les

⁷ Pour l'humain, « poissons » signifie la chair des poissons, mollusques et crustacés. Pour la faune terrestre, on fait plutôt référence aux organismes entiers de divers maillons de la chaîne alimentaire.

⁸ Par exemple, la dureté du cours d'eau récepteur est à la base des critères de qualité de certains métaux. Le pH et la température permettent d'évaluer le critère de l'azote ammoniacal.

caractéristiques propres au milieu. Des critères de qualité pour les métaux peuvent être établis pour des duretés allant de 10 mg/L à 400 mg/L de CaCO₃. Toutefois, des valeurs de dureté de plus de 120 mg/L sont plutôt rares dans les eaux naturelles du Québec (source : BQMA). Des valeurs au-delà de 200 mg/L sont probablement influencées par les activités humaines (agricole, industrielle) et doivent être interprétées comme telles. Lorsqu'un suivi de la qualité de l'eau est effectué, durant ou à la fin de la période d'activité, les teneurs mesurées sont comparées aux teneurs de l'état initial et aux critères de qualité.

La qualité des sédiments peut être évaluée à l'aide des *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration* (EC et MDDEP, 2007). Dans un contexte de prévention de la contamination des sédiments par des rejets industriels, ce sont la concentration d'effets rares (CER) et la concentration seuil produisant un effet (CSE) qui permettent de définir à quelle classe de qualité les sédiments correspondent. Lorsqu'un suivi de la qualité des sédiments est effectué, durant ou à la fin de la période d'activité, les teneurs mesurées sont comparées aux teneurs de l'état initial et aux critères de qualité lorsque ces derniers sont disponibles.

Les résultats du programme de contrôle et d'assurance de la qualité doivent aussi être présentés et interprétés.

6 ACQUISITION DE DONNÉES POUR LA DÉTERMINATION DE LA DILUTION PAR MODÉLISATION HYDRODYNAMIQUE

L'acceptabilité environnementale d'un rejet est évaluée sur la base d'objectifs environnementaux de rejet (OER) spécifiques à chaque rejet dans un milieu aquatique. Le calcul des OER par le Ministère prend en considération la dilution du rejet dans le milieu. Celle-ci est évaluée soit sur la base des débits d'étiage soit sur la base d'une modélisation hydrodynamique⁹. Lorsque la dilution doit être évaluée à partir d'une modélisation, des informations spécifiques relatives au milieu, à l'effluent et à l'émissaire sont nécessaires. Ces données doivent être obtenues afin d'être présentées dans l'étude d'impact.

L'annexe 3 présente l'information que le promoteur doit fournir au Ministère pour que celui-ci puisse réaliser la modélisation hydrodynamique.

7 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DU MILIEU PENDANT L'EXPLOITATION

Des conditions particulières peuvent être exigées au moment de l'autorisation du projet. Ces conditions peuvent concerner l'ajout d'un programme de suivi environnemental régulier visant les paramètres les plus préoccupants (Environnement Québec, 2005). Dans une telle situation, il est recommandé au promoteur de s'inspirer des exigences techniques décrites précédemment pour planifier son programme de suivi de la qualité de l'eau et des sédiments.

⁹ <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm>

Pour les projets avec rejet de phosphore en lac ou en amont d'un lac, un suivi de l'état trophique du lac devrait être effectué selon les modalités décrites à l'annexe 3.

Le suivi physico-chimique des sédiments effectué à une fréquence donnée, après le début des activités minières, vise à détecter le plus rapidement possible les augmentations de concentrations indiquant une accumulation de substances polluantes dans le milieu aquatique. S'il y a lieu, les caractérisations subséquentes de sédiments seront effectuées aux mêmes stations d'échantillonnage, aux trois à cinq ans, après le démarrage du projet.

La liste des paramètres à analyser pourra être revue par le Ministère selon les résultats obtenus à chacune des campagnes d'échantillonnage.

Les résultats de suivi du milieu seront transmis au Ministère sous la forme de tableaux électroniques et selon les modalités prescrites par le Ministère.

8 RÉFÉRENCES

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 2013. *Détermination des métaux extractibles à l'état de trace en conditions propres dans l'eau : méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon*, M.A. 203 – Mét.Tra. ext.1.0., Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 15 p. En ligne : <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA203MetTraext10.pdf>.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 2012. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface*, DR-09-10, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 7 p. En ligne : http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/dr09_10eauxsurf.pdf.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 2012. *Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux*, 4^e éd., Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 15 p. En ligne : http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/Terminologie_métaux.pdf.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2002a. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime, Volume 1 : Directives de planification*. Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, Montréal. 92 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2002b. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime, Volume 2 : Manuel du praticien de terrain*. Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, Montréal, 93 p. En ligne : <http://publications.gc.ca/collections/Collection/En154-1-2002-2F.pdf>.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2012. *Guide technique pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement des mines de métaux*. 612 p. En ligne : <https://www.ec.gc.ca/eseem/default.asp?lang=Fr&n=AEC7C481-1>.

ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_sediments/index.htm.

ENVIRONNEMENT QUÉBEC, 2002, RÉV. 2005. *Le suivi environnemental – Guide à l'intention de l'initiateur de projet*. Direction des évaluations environnementales, 18 p. et 2 annexes. En ligne : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/documents/guide-suivi-enviro.pdf>.

HÉBERT. S. et S.LÉGARÉ, 2000. *Suivi de la qualité des rivières et des petits cours d'eau*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Envirodoq n° ENV- 2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 annexes. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/index.htm.

RÉFÉRENCES – Suite

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), 2014. *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69205-8 (PDF), 19 p. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/metaux/protocole-echantillonnage-analyse-metaux-traces.pdf.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2007. *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique, 2^e édition*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-978-2-550-49172-9 (PDF), 57 p. et 4 annexes. En ligne : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm>.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP), 2013. *Critères de qualité de l'eau de surface, 3^e édition*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-68533-3 (PDF), 510 p. et 16 annexes. En ligne : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP), 2013. *Protocole d'échantillonnage pour le suivi des substances toxiques dans la chair de poisson de pêche sportive en eau douce*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-68558-6 (PDF), 6 p. et 3 annexes. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/eco_aqua/toxique/index.htm.

Annexe 1

Éléments de caractérisation physico-chimique pour déterminer l'état trophique d'un lac

Les **lacs** constituent des milieux sensibles au phosphore en raison de certaines caractéristiques fondamentales de ces milieux. L'écoulement de l'eau y est généralement lent et une majorité de lacs agissent comme bassin de rétention de cet élément nutritif. Les effets de l'eutrophisation vont se manifester de façon plus importante qu'en rivière et une faible augmentation de la concentration de phosphore peut entraîner des changements importants dans le milieu.

Caractérisation physico-chimique de l'état initial du lac

Pour établir l'état trophique de référence du lac, la mesure du phosphore total à l'état de trace (méthode MA. 303 – P 5.2 du CEAEQ), de la chlorophylle A et de la transparence de l'eau (avec un disque de Secchi) doit être réalisée à un certain nombre de stations dans le lac. La localisation et le nombre de stations – qui varie généralement entre 1 et 3 – dépendent de la morphologie et des dimensions du plan d'eau. Ces stations visent à caractériser les différentes masses d'eau.

Au minimum, trois séries de prélèvements et de mesures doivent être réalisées et réparties sur l'ensemble de la période de stratification thermique du lac (habituellement les mois de juin, de juillet et d'août) ou sur la période libre de glace. Les stations sont localisées à l'endroit le plus profond du lac ou dans les différentes masses d'eau pour les lacs à multiples stations. Les échantillons doivent être prélevés en triplicata (ou au minimum en duplicata) dans la couche de surface du lac (entre 0 et 1 mètre). Le triplicata consiste en un prélèvement séparé en trois ou, facultativement, en trois prélèvements successifs. Cette stratégie d'échantillonnage permet d'intégrer la variabilité intradate ainsi que la variabilité saisonnière. La série de prélèvements et de mesures du mois d'août doit également comprendre un profil de température, d'oxygène dissous, de pH et de conductivité spécifique sur l'ensemble de la colonne d'eau à chacune des stations d'échantillonnage. Idéalement, ces profils sont réalisés à chaque échantillonnage afin de mieux caractériser le métabolisme général du lac (consommation et production/renouvellement de l'oxygène dissous). Lorsque c'est possible, le plan d'échantillonnage est reproduit sur deux ou trois années consécutives afin d'intégrer également la variabilité interannuelle.

Programme de suivi environnemental du milieu pendant l'exploitation

Pour les projets comportant un rejet de phosphore dans un lac ou en amont d'un lac, un suivi de l'état trophique du lac doit être réalisé pendant l'exploitation. Il doit tenir compte des mêmes exigences que l'établissement de l'état de référence du lac (descripteurs de la qualité de l'eau, nombre et localisation des stations, fréquence d'échantillonnage et de mesure).

Annexe 2

Méthodes d'analyse et limites de détection pour les paramètres de base

Paramètre	Unité	Limite de détection attendue	Méthode d'analyse recommandée
			Méthode CEAEQ ^{10,11}
Physico-chimie de base et nutriments			
Azote ammoniacal	mg/L N	0,02	MA. 303 – Nutriments 1.0
Azote total	mg/L N	0,02	MA. 303 – Nutriments 1.0
Chlorophylle a	ug/L	0,04	MA. 800 – CHLOR. 1.0
Coliformes thermotolérants (fécaux)	UFC/100ml	2	MA. 700 – Fec.Ec. 1.0
Nitrites-Nitrates	mg/L N	0,02	MA 303 – Nutriments
Solides en suspension	mg/L	1	MA. 104 – S.S. 2.0
Oxygène dissous	mg/l	0	Terrain
pH	unité de pH	s.o.	Terrain
pH	Unité de pH	s.o.	MA. .303 – TitraAuto 2.1
Phosphore total au persulfate	mg/L P	0,002	MA. 303 – P 5.2
Phosphore total en trace ¹²	mg/L P	0,0006	MA. 303 – P 5.2
Alcalinité	mg/L CaCO ₃	8	MA. 315 – Alc. 1.0
Conductivité	µS/cm	0,7	MA. 303 – TitraAuto 2.1
Carbone organique dissous	mg/L C	0,2	MA. 300 – C 1.0
Dureté	mg/L CaCO ₃	s.o.	Calculée
Solides dissous totaux (matières dissoutes)	mg/L	9	MA. 115 – S.D. 1.0
Température	°C	s.o.	Terrain
Turbidité	UTN	0,1	MA. 103 – TUR. 1.0
Anions et cations			
Calcium	mg/L	0,02	MA. 203 – Mét-ICP-MS
Chlorures	mg/L	0,06	MA. 303 – anions 1.1
Fluorures	mg/L	0,03	MA. 303 – anions 1.1

¹⁰ Une méthode équivalente peut être acceptée.

¹¹ Les méthodes du CEAEQ sont disponibles sur le site du CEAEQ. La version la plus récente de la méthode s'applique.

¹² L'analyse du phosphore total en traces est demandée pour les projets avec rejets en lac ou en amont. Les particularités de cette méthode sont décrites à la section 4.1 de la méthode d'analyse du phosphore total au persulfate.

Paramètre	Unité	Limite de détection attendue	Méthode d'analyse recommandée
			Méthode CEAQ ^{10,11}
Magnésium	mg/L	0,02	MA. 203 – Mét-ICP-MS
Potassium	mg/L	0,03	MA. 203 – Mét-ICP-MS
Sodium	mg/L	0,02	MA. 203 – Mét-ICP-MS
Sulfates	mg/L	0,3	MA. 303 – Anions 1.1
Métaux extractibles en traces			
Aluminium	µg/L	0,5	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Antimoine	µg/L	0,005	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Argent	µg/L	0,003	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Arsenic	µg/L	0,09	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Baryum	µg/L	0,03	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Béryllium	µg/L	0,01	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Bore	µg/L	0,3	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Cadmium	µg/L	0,006	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Chrome	µg/L	0,04	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Cobalt	µg/L	0,008	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Cuivre	µg/L	0,07	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Fer	µg/L	0,5	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Manganèse	µg/L	0,03	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Molybdène	µg/L	0,01	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Nickel	µg/L	0,05	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Plomb	µg/L	0,03	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Sélénium	µg/L	0,3	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Strontium	µg/L	0,3	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Uranium	µg/L	0,006	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Vanadium	µg/L	0,1	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0
Zinc	µg/L	0,7	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0

Annexe 3

Informations à fournir – Modélisation de l'effluent

Lorsque le milieu récepteur est susceptible de présenter des conditions hydrodynamiques complexes ou lorsque le mélange de l'effluent ne se produit pas rapidement, une modélisation est réalisée par le MDDELCC afin d'estimer la dilution de l'effluent dans le milieu récepteur. Le cas échéant, les informations suivantes doivent être fournies au Service des avis et des expertises.

Caractéristiques de l'effluent

- Température (maxima et minima mensuels, minimalement)
- Concentration en solides dissous totaux
- Débit moyen annuel et variabilité mensuelle du débit (pour les rejets intermittents : fréquence, durée et débit pour chaque épisode de rejet)

Caractéristiques du rejet

- S'il s'agit d'un émissaire :
 - emplacement du point de rejet (par exemple, sur une carte ou coordonnées GPS),
 - diamètre de la conduite,
 - plan de conception de l'émissaire ou plan tel que construit, vue en coupe. (référéncé au niveau géodésique avec indication du niveau moyen de l'eau et des marées, s'il y a lieu),
 - photos du site à proximité du point rejet.
- Autre forme de rejet (par exemple, fossé aboutissant au cours d'eau)
 - Configuration du rejet (plan indiquant la largeur, la profondeur, etc.)
 - Photos du site à proximité du point de rejet

Caractéristiques du milieu récepteur

Général

- Vitesse de courant (courantomètre ou largage de dérives). Position précise des stations de mesure (coordonnées GPS).
- Relevé bathymétrique couvrant une zone s'étendant à au moins 300 m dans toutes les directions à partir du point de rejet. Résolution verticale de 1 à 5 m, appropriée selon l'échelle spatiale des variations de profondeur.
- Épaisseur maximale du couvert de glace et période de l'année au cours de laquelle le couvert de glace est présent.
- Rivières
 - Tous les relevés réalisés en période de faible débit (le débit doit être précisé).
 - Débits d'étiage $Q_{2,7}$, $Q_{10,7}$ et $Q_{5,30}$ annuels et estivaux (réalisés par le CEHQ ou conformément à leur méthode)
 - Température (minima et maxima mensuels).

- Lacs et réservoirs
 - La bathymétrie couvrira idéalement l'ensemble du lac/réservoir et minimalement toute la zone entre le point de rejet et l'exutoire du lac/réservoir.
 - Indication des conditions météorologiques au moment de la prise des mesures et des six jours précédents (vitesse et direction du vent, température atmosphérique, précipitations).
 - Débit moyen annuel de la décharge (pouvant être estimé à partir de l'hydrologie du bassin versant).
 - Superficie et volume du lac/réservoir.
 - Profil vertical de température au point de profondeur maximale (minimalement en période de stratification estivale et idéalement à plusieurs reprises au cours de l'année).
- Mer/estuaire/fleuve
 - Salinité mensuelle moyenne (au minimum).
 - Température (minima et maxima mensuels).
 - Données d'enregistrements marégraphiques au point de rejet, si disponibles.

**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec 