

# *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka*

---

## **Étude d'impact sur l'environnement**

---

*Volume 2*  
Annexes

Avril 2003

# **Aménagement hydroélectrique de la Péribonka**

---

## **Étude d'impact sur l'environnement**

---

Volume 2  
Annexes

**Hydro-Québec Production  
Avril 2003**

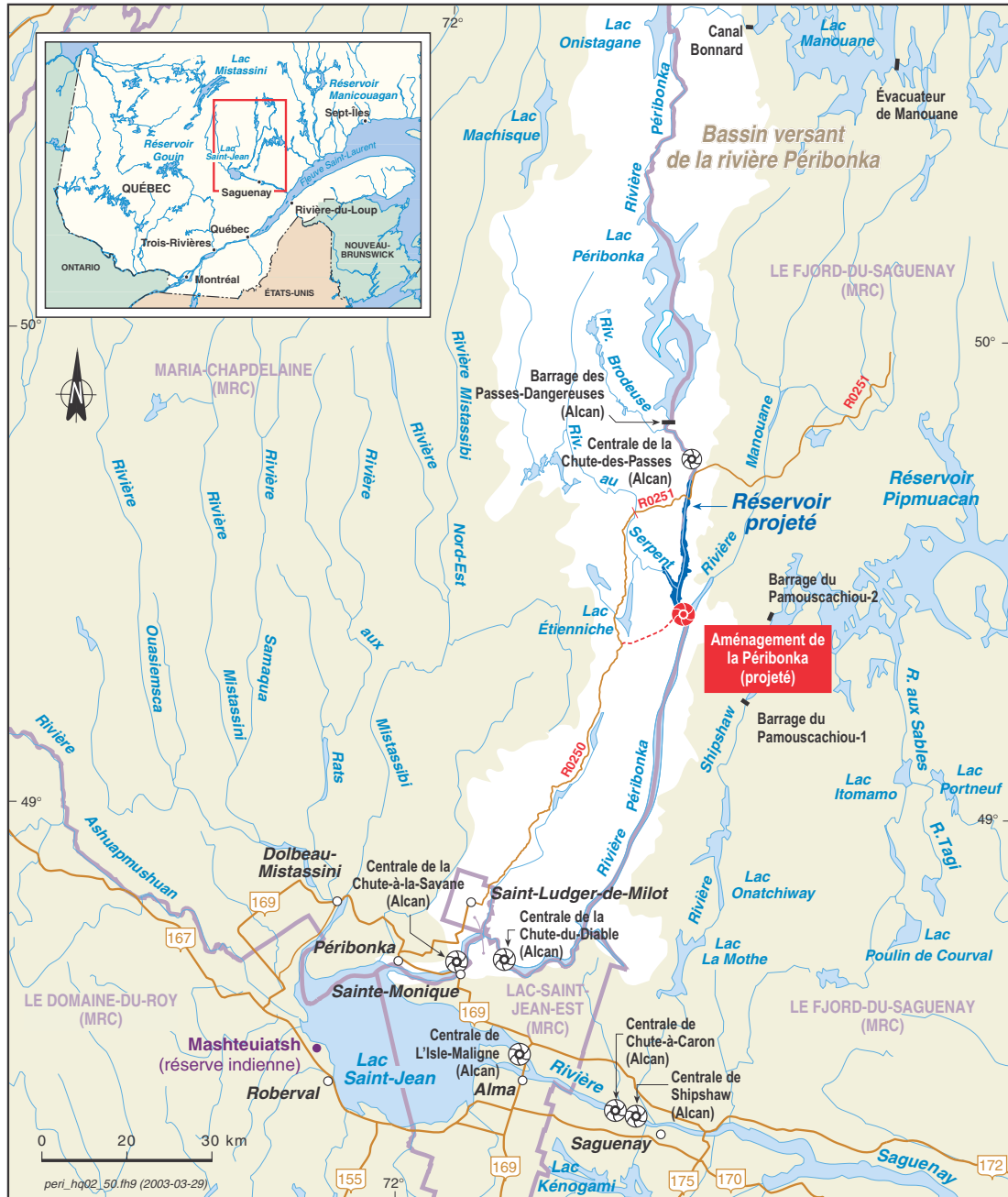
*Cette étude d'impact sur l'environnement est soumise au ministère de l'Environnement du Québec en vertu de l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement de même qu'au ministère des Ressources naturelles du Québec en vertu des articles 29 et 32 de la Loi sur Hydro-Québec en vue d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Elle est également transmise aux autorités fédérales responsables d'attributions déclenchant la procédure fédérale d'évaluation environnementale.*

La présente étude d'impact sur l'environnement est composée des deux volumes suivants :

- Volume 1 : Rapport
- Volume 2 : Annexes

Le présent document a été réalisé par Hydro-Québec Équipement et Hydro-Québec Production en collaboration avec la direction régionale – Saguenay d'Hydro-Québec TransÉnergie et la direction – Communication d'entreprise d'Hydro-Québec.

## Situation du projet





# Table des matières

## Annexes

- A Méthode d'évaluation de l'importance des impacts
  - Valeur de la composante
  - Intensité de l'impact
  - Étendue de l'impact
  - Durée de l'impact
  - Importance de l'impact
  
- B Clauses environnementales normalisées
  
- C Méthodes – Sensibilité des berges à l'érosion
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Références
  - Carte C-1 : Dépôts de surface et zones actives
  - Carte C-2 : Zones homogènes
  
- D Méthodes – Hydraulique et hydrologie
  - Objectifs de l'étude
  - Modèle unidimensionnel d'écoulement
  - Modèle bidimensionnel d'écoulement
  - Carte D-1 : Points géodésiques et stations hydrométriques
  - Planche D-1 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 151,5 – PK 142,3
  - Planche D-2 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 140,5 – PK 128,25
  - Planche D-3 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 127,4 – PK 101,55
  - Planche D-4 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 95,7 – PK 87,5
  
- E Méthodes – Régime thermique et régime des glaces
  - Objectifs
  - Domaine, conditions aux frontières et données de base
  - Méthodes de calcul

- F Méthodes – Qualité de l'eau
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Références
  
- G Méthodes – Végétation
  - Méthodes
  - Fonctions et valeurs des milieux humides
  - Carte G-1 : Stations d'inventaire de la végétation
  
- H Méthodes – Poissons
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Références
  
- I Méthodes – Mercure dans la chair des poissons
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Prévisions
  - Références
  
- J Méthodes – Amphibiens et reptiles
  - Objectifs
  - Méthodes d'inventaire
  - Résultats
  - Référence
  
- K Méthodes – Oiseaux
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Références
  
- L Méthodes – Mammifères semi-aquatiques et terrestres
  - Grande faune
  - Castor
  - Autres animaux à fourrure et petite faune
  - Espèces menacées ou vulnérables
  - Carte L-1 : Stations d'inventaire des micromammifères

- M Méthodes – Organisation administrative et aménagement du territoire
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Calendrier des rencontres et guides d'entrevue
- N Méthodes – Profil démographique et socioéconomique
  - Communauté allochtone
  - Communauté de Mashteuiatsh
- O Méthodes – Villégiature et récréotourisme
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats des enquêtes
  - Guides d'entrevue, questionnaires d'enquête et résultats
  - Lexique – canotage
  - Carte O-1 : Contraintes à la navigation en canot
- P Méthodes – Activités dans les terrains de piégeage réservés aux autochtones
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Références
  - Grilles d'entrevue
- Q Méthodes – Activités forestières
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Impacts de la mise en eau sur le site du campement 15 (PK 187 de la rivière Péribonka)
- R Méthodes – Archéologie
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
- S Méthodes – Paysage
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Photographies



- T Méthodes – Économie locale et régionale
  - Objectifs
  - Méthodes
  - Résultats
  - Organismes rencontrés et guide d'entrevue
  
- U Accueil du projet – Communautés locales
  - Lettre des MRC de Maria-Chapdelaine et du Fjord-du-Saguenay
  - Lettre du Conseil des Montagnais du Lac-Saint-Jean
  - Projet d'entente entre la bande des Montagnais du Lac-Saint-Jean et Hydro-Québec sur le projet Péribonka
  
- V Éléments particuliers relatifs aux accès et à la ligne d'alimentation du chantier
  - Principaux éléments du RNI applicables aux accès
  - Critères de localisation des poteaux de la ligne d'alimentation

## **Cartes**

- C-1 Dépôts de surface et zones actives (2 feuillets)
- C-2 : Zones homogènes
- D-1 : Points géodésiques et stations hydrométriques
- G-1 : Stations d'inventaire de la végétation
- L-1 : Stations d'inventaire des micromammifères
- O-1 : Contraintes à la navigation en canot

## **Planches**

- D-1 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 151,5 – PK 142,3
- D-2 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 140,5 – PK 128,25
- D-3 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 127,4 – PK 101,55
- D-4 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 95,7 – PK 87,5

# A

## **Méthode d'évaluation de l'importance des impacts**

- Valeur de la composante
- Intensité de l'impact
- Étendue de l'impact
- Durée de l'impact
- Importance de l'impact



L'évaluation des impacts a pour but de déterminer l'importance des impacts résiduels engendrés par la construction et par l'exploitation d'un aménagement hydroélectrique sur les composantes retenues des milieux biologique et humain. Cette évaluation est faite après l'application des mesures d'atténuation courantes et particulières.

L'évaluation de l'importance d'un impact, pour chaque composante du milieu, est fonction de quatre critères, soit la *valeur de la composante* ainsi que l'*intensité*, l'*étendue* et la *durée de l'impact*.

## A.1 Valeur de la composante

La valeur de la composante est une indication du degré de protection qui est accordé à cette composante ou de la sensibilité du public à son égard. On distingue ainsi deux types de valeur : la *valeur accordée par les spécialistes* du domaine concerné (scientifiques, gestionnaires de la ressource, etc.) et la *valeur accordée par le public* (utilisateurs, populations locales, organismes régionaux, etc.).

On distingue trois classes de valeur :

- **Valeur forte** — Une composante présente une valeur forte si l'une des deux conditions suivantes est remplie : i) la composante est protégée par une loi ou fait l'objet de mesures de protection spécifiques ; ii) la protection ou la conservation de l'intégrité de la composante fait l'objet d'un consensus chez les spécialistes et les gestionnaires ou dans l'ensemble des publics concernés. On attribue généralement une valeur forte à une composante présentant un caractère d'unicité ou de rareté dans le milieu d'accueil.
- **Valeur moyenne** — Une composante présente une valeur moyenne si l'une des deux conditions suivantes est remplie : i) la composante possède des caractéristiques dont la protection ou la conservation représente, chez les spécialistes et les gestionnaires ou dans l'ensemble des publics concernés, un sujet de préoccupation moindre qu'une composante présentant une valeur forte ; ii) la composante représente un sujet de préoccupation, mais ne fait pas l'objet d'un consensus chez les spécialistes et les gestionnaires ou dans l'ensemble des publics concernés.
- **Valeur faible** — Une composante présente une valeur faible si sa conservation, sa protection ou son intégrité ne fait pas, ou fait peu, l'objet de préoccupations chez les spécialistes et les gestionnaires ou dans l'ensemble des publics concernés.

## A.2 Intensité de l'impact

L'intensité de l'impact est une indication du degré de modification subi par une composante du milieu biologique ou du milieu humain consécutive aux modifications du milieu physique qui découlent de la réalisation du projet.

On distingue trois degrés d'intensité :

- **Intensité forte** — Pour une composante du milieu biologique, l'impact est d'intensité forte si il détruit cette composante ou en altère l'intégrité d'une manière susceptible d'entraîner son déclin ou un changement important de son abondance ou de sa répartition générale dans la zone d'étude.

Pour une composante du milieu humain, l'impact est d'intensité forte si il compromet l'intégrité de cette composante ou limite d'une manière importante son utilisation par une communauté ou une population régionale.

- **Intensité moyenne** — Pour une composante du milieu biologique, l'impact est d'intensité moyenne si, sans compromettre son intégrité, il altère cette composante d'une manière susceptible d'entraîner une modification limitée de son abondance ou de sa répartition générale dans la zone d'étude.

Pour une composante du milieu humain, l'impact est d'intensité moyenne si, sans compromettre son intégrité, il limite l'utilisation de cette composante par une communauté ou une population régionale.

- **Intensité faible** — Pour une composante du milieu biologique, l'impact est d'intensité faible s'il altère peu cette composante et modifie peu son abondance ou sa répartition générale dans la zone d'étude.

Pour une composante du milieu humain, l'impact est d'intensité faible s'il altère peu cette composante et limite peu son utilisation par une communauté ou une population régionale.

### A.3 Étendue de l'impact

L'étendue de l'impact est une indication de la superficie du territoire ou de la proportion de la population qui est touchée.

On distingue trois différentes étendues :

- **Étendue régionale** — L'impact est d'étendue régionale s'il est ressenti sur un vaste territoire ou par une grande partie de la population.
- **Étendue locale** — L'impact est d'étendue locale s'il est ressenti sur une portion limitée du territoire ou par une partie limitée de la population.
- **Étendue ponctuelle** — L'impact est d'étendue ponctuelle s'il est ressenti dans un espace réduit et circonscrit (exemple : la zone des travaux) ou par une faible partie de la population.

### A.4 Durée de l'impact

La durée de l'impact est une indication de la période pendant laquelle ses effets seront ressentis dans le milieu.

On distingue trois différentes durées :

- **Longue durée** — L'impact est de longue durée s'il est ressenti de façon continue ou discontinue sur une période de plus de dix ans. Il s'agit généralement d'une perturbation à caractère permanent et irréversible.
- **Durée moyenne** — L'impact est de durée moyenne s'il est ressenti de façon continue ou discontinue sur une période comprise entre un an et dix ans.
- **Courte durée** — L'impact est de courte durée s'il est ressenti de façon continue ou discontinue sur une période de moins d'un an.

## A.5 Importance de l'impact

La détermination de l'importance de l'impact s'appuie sur l'intégration dans une grille d'évaluation des quatre critères d'analyse décrits ci-dessus. La corrélation entre chacun d'eux présentée au tableau A-1 permet de porter un jugement global sur l'importance de l'impact. Un impact peut être d'importance forte, d'importance moyenne ou d'importance faible.

Selon la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCÉE), les impacts d'importance forte sont considérés comme importants, alors que les impacts d'importance moyenne et les impacts d'importance faible sont considérés comme non importants.

Tableau A-1 : Grille d'évaluation de l'importance des impacts

Valeur de la composante	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Importance de l'impact
Forte	Forte	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Forte
		Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Forte Moyenne Moyenne
	Moyenne	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
	Faible	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Moyenne Moyenne
		Locale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible

**Tableau A-1 : Grille d'évaluation de l'importance des impacts (suite)**

Valeur de la composante	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Importance l'impact
Moyenne	Forte	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
	Moyenne	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Forte Moyenne
		Locale	Longue Moyenne Courte	Forte Moyenne Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible
	Faible	Régionale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
		Locale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Faible Faible Faible



**Tableau A-1 : Grille d'évaluation de l'importance des impacts (suite)**

Valeur de la composante	Intensité de l'impact	Étendue de l'impact	Durée de l'impact	Importance l'impact
Faible	Forte	Régionale	Longue Moyenne Courte	Forte Moyenne Moyenne
		Locale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible
	Moyenne	Régionale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Moyenne Faible
		Locale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Faible Faible Faible
	Faible	Régionale	Longue Moyenne Courte	Moyenne Faible Faible
		Locale	Longue Moyenne Courte	Faible Faible Faible
		Ponctuelle	Longue Moyenne Courte	Faible Faible Faible

# B

**Clauses environnementales normalisées**



**CLAUSES ENVIRONNEMENTALES NORMALISÉES**

- 1) Généralités
- 2) Batardeau
- 3) Bruit
- 4) Carrières et sablières
- 5) Déboisement
- 6) Décapage au jet d'eau ou d'abrasif
- 7) Déneigement
- 8) Déversement accidentel de contaminants
- 9) Drainage
- 10) Eau potable
- 11) Eau résiduaire
- 12) Engins de chantier et circulation
- 13) Excavation et terrassement
- 14) Forage et sondage
- 15) Franchissement de cours d'eau
- 16) Gestion des déchets solides et des matières dangereuses
- 17) Milieu agricole
- 18) Patrimoine technologique et architectural
- 19) Qualité de l'atmosphère
- 20) Remise en état
- 21) Réservoirs et parc de stockage de produits pétroliers
- 22) Substances appauvrissant la couche d'ozone
- 23) Sautage à l'explosif

Version 2  
4 avril 2001

1

## 1) GÉNÉRALITÉS

L'Entrepreneur s'assure que ses employés et ceux de ses sous-traitants respectent les lois et les règlements en vigueur ainsi que les exigences environnementales contractuelles. À cet effet, il doit organiser, au début des travaux, une réunion avec tout le personnel affecté au projet et l'informer des exigences contractuelles en matière d'environnement relatives au projet. Un représentant d'Hydro-Québec doit être présent à cette réunion. L'Entrepreneur est aussi tenu d'informer tout nouvel employé qui se joindra à son personnel au fur et à mesure de l'avancement de ses travaux.

Avant le début des travaux, l'Entrepreneur doit présenter un plan d'urgence en cas de déversement accidentel de contaminants au représentant d'Hydro-Québec. Si un déversement survient, l'Entrepreneur doit appliquer son plan d'urgence et en aviser immédiatement le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit nommer un agent de liaison permanent sur le terrain, pour la durée du contrat, de qui relèvent toutes les questions relatives à l'environnement. Cet agent de liaison peut être toute personne ayant un poste d'autorité.

L'Entrepreneur doit, préalablement à leur mise en place, soumettre au représentant d'Hydro-Québec le plan de toute installation, incluant une copie de tous les permis requis. Le type d'installation visée comprend ce qui suit sans s'y limiter : installation d'eau potable, d'eau usée, de parc à carburant, d'usine à béton, de concasseur, etc.

L'Entrepreneur doit aviser le responsable d'Hydro-Québec de toute demande de dérogation à des clauses environnementales suffisamment à l'avance pour permettre à celui-ci d'obtenir les autorisations requises.

Le représentant d'Hydro-Québec avise l'Entrepreneur par écrit lorsqu'il constate une non-conformité environnementale. Cet avis indique la nature de l'infraction, les correctifs à apporter et le délai alloué pour effectuer les travaux. Si les correctifs ne sont pas effectués de façon satisfaisante dans le délai alloué, Hydro-Québec peut les réaliser à l'aide d'un tiers. Le coût des travaux et les frais d'administration sont alors imputés à l'Entrepreneur.

Toute acceptation ou approbation par le représentant d'Hydro-Québec des méthodes ou techniques de travail proposées par l'Entrepreneur ne relève pas celui-ci de ses obligations légales en matière d'environnement.

## 2) BATARDEAU

Lors de l'implantation d'un batardeau en enrochement, l'Entrepreneur doit utiliser un matériau non contaminé. Il est tenu d'appliquer des techniques de confinement de matériaux fins, en vue d'éviter l'augmentation du niveau de matières en suspension dans l'eau et de préserver la qualité de l'eau.

L'Entrepreneur doit capturer les poissons vivants emprisonnés dans la zone à assécher et les transporter en eau libre après avoir fait approuver sa méthode de travail par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit, si nécessaire, filtrer, décanter ou utiliser toute autre méthode approuvée par le représentant d'Hydro-Québec en vue de contrôler la qualité des eaux pompées à l'extérieur des zones à assécher.

Si les eaux sont rejetées dans un réseau d'égout municipal, elles doivent respecter les critères de rejets de la municipalité concernée. Si les eaux sont rejetées dans le réseau hydrographique, elles doivent respecter les critères de rejets du réseau d'égout pluvial de la municipalité concernée. En l'absence de critères municipaux, l'Entrepreneur doit se référer aux exigences contractuelles ou au représentant d'Hydro-Québec.

Dans le cas où la réglementation n'est pas respectée, l'Entrepreneur doit, soit apporter des modifications à son procédé de traitement des eaux de pompage ou à ses méthodes de travail pour satisfaire les critères de rejet en vigueur, soit récupérer et éliminer ses eaux de pompage vers un lieu de traitement ou de rejet autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec. Le cas échéant, l'Entrepreneur est tenu de fournir une attestation du lieu d'élimination des eaux de pompage au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit prendre en tout temps des mesures afin d'empêcher la chute de débris solides dans le plan d'eau et, le cas échéant, il doit les récupérer et les éliminer selon les clauses de la section *Gestion des déchets solides et des matières dangereuses*.

Au démantèlement d'un batardeau avec un noyau imperméable en particules fines, l'Entrepreneur doit utiliser une méthode de travail réduisant la dispersion des particules fines dans l'eau, après l'avoir soumise pour commentaires au représentant d'Hydro-Québec.

### **3) BRUIT**

L'Entrepreneur doit respecter les exigences contractuelles relatives au bruit. En l'absence de clauses contractuelles, l'Entrepreneur doit respecter les règlements municipaux relatifs au bruit des chantiers, s'ils existent.

L'Entrepreneur doit entretenir régulièrement les marteaux pneumatiques, les compresseurs, les batteuses de pieux, les concasseurs et tout autre matériel bruyant constituant des sources de nuisances importantes. Il doit également veiller à ce que les silencieux de sa machinerie soient toujours en bon état.

#### 4) CARRIÈRES ET SABLIÈRES

L'Entrepreneur doit exploiter les carrières et sablières existantes ou prévues au contrat pour lesquelles Hydro-Québec a obtenu les autorisations requises. Si l'Entrepreneur prévoit exploiter une autre carrière ou sablière, il doit en faire la demande par écrit au représentant d'Hydro-Québec qui analysera la demande et entreprendra, si requis, les démarches pour l'obtention des autorisations. L'Entrepreneur ne peut tenir Hydro-Québec responsable des délais nécessaires à l'obtention de ces autorisations.

L'Entrepreneur est tenu de réduire le nombre de sites d'exploitation en choisissant des carrières ou sablières pouvant fournir le plus fort volume de matériaux.

L'Entrepreneur doit déboiser et décaper progressivement la carrière ou la sablière afin d'éviter de perturber plus de terrain qu'il n'est nécessaire.

L'Entrepreneur ne doit aménager qu'un seul accès par aire d'exploitation. La largeur de l'accès ne doit pas excéder 2,5 fois celle du plus gros véhicule servant au transport des matériaux. Son tracé (en courbe, en diagonale, etc.) doit permettre, autant que possible, de masquer la présence de l'exploitation.

L'Entrepreneur doit indiquer clairement les limites de l'aire d'exploitation sur le terrain à l'aide de piquets ou de rubans attachés aux arbres. Posées avant le début des travaux, ces balises doivent demeurer bien visibles tout au long de l'exploitation.

L'Entrepreneur doit garder sur le pourtour une bande de terrain suffisamment large pour y accumuler la terre organique décapée qui servira à recouvrir la surface exploitée de la carrière ou de la sablière lors de la remise en état des lieux.

Pendant l'exploitation, l'Entrepreneur doit réduire l'érosion due au ruissellement et éviter que les sédiments n'atteignent un lac ou un cours d'eau.

L'Entrepreneur doit respecter le *Règlement sur les carrières et sablières* dans le cas des nuisances pouvant résulter de ses opérations, notamment les ondes de choc, le bruit, la pollution de l'eau et la pollution de l'air.

À la fin des travaux d'exploitation, la surface de la carrière ou de la sablière doit être libre de tout débris, déchet, souche, matériel inutilisable, pièce de machinerie ou autre élément qui ne se trouvait pas sur le site avant les travaux.



## **5) DÉBOISEMENT**

### **1. Principes généraux**

L'Entrepreneur doit délimiter clairement les aires à déboiser indiquées au contrat, à l'aide de repères, et il doit obtenir l'autorisation du représentant d'Hydro-Québec avant d'entreprendre l'abattage des arbres.

Avant d'entreprendre le déboisement, l'Entrepreneur doit également localiser les clôtures, les protéger et installer, si requis, des barrières temporaires aux endroits où des brèches ont été pratiquées. Il doit aussi protéger les autres éléments sensibles (puits, site archéologique, etc.) identifiés au contrat ou par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit conserver une bande de protection végétale en bordure des rives des lacs, des cours d'eau, des marécages et des tourbières, telle que spécifiée au contrat. En l'absence d'exigences contractuelles, l'Entrepreneur doit respecter les lois et règlements applicables au domaine public ou au domaine privé, notamment, et sans restreindre la portée des obligations légales, l'obligation de conserver une bande riveraine de 20 mètres de largeur dans le domaine public et de 10 à 15 mètres dans le domaine privé.

L'abattage des arbres doit se faire de façon à ne pas endommager la lisière de la forêt et à éviter la chute des arbres à l'extérieur des limites de déboisement ou vers un cours d'eau. Le cas échéant, l'Entrepreneur est tenu de nettoyer le cours d'eau et de retirer les résidus provenant de la coupe à l'extérieur de la bande riveraine.

Les véhicules requis pour la réalisation des travaux doivent être choisis en tenant compte des particularités du milieu (type de sol, période de l'année, sensibilité environnementale, etc.) de façon à limiter l'impact sur le milieu.

L'Entrepreneur doit limiter la circulation de ses engins de chantier aux chemins et aux aires identifiés au contrat ou autorisés par le représentant d'Hydro-Québec.

Lorsque des travaux d'élagage sont requis à la suite de dommages accidentels causés aux arbres par les travaux de l'Entrepreneur, celui-ci doit toujours garder le tiers de la cime des arbres vivante.

L'Entrepreneur ne doit pas arracher les arbres ni les déraciner avec un engin de chantier, à moins que le contrat ne le prévoit spécifiquement.

Toute traversée à gué est interdite, à moins d'avoir été autorisée préalablement par le représentant d'Hydro-Québec qui s'assure d'avoir les autorisations requises.

Toute circulation de machinerie est interdite sur un sol sensible à l'érosion dont la pente est supérieure à 30 %, à moins d'une autorisation du représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit procéder au comblement des ornières au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

## **2. Travaux à proximité de boisés**

L'Entrepreneur doit laisser intact le système racinaire des arbres et arbustes dans la bande riveraine et dans les approches de traversée de cours d'eau.

Il est interdit de compacter le sol, de remblayer ou d'entreposer du matériel lourd à l'intérieur de la projection de la couronne des arbres.

Si des travaux nécessitent le rehaussement ou l'abaissement du niveau du sol, l'Entrepreneur doit respecter une distance minimale de 3 mètres au-delà de la projection de la couronne des arbres.

## **3. Gestion des résidus ligneux**

Il est strictement interdit d'enfouir ou de transporter hors du site de déboisement des résidus ligneux, à moins que ce ne soit dans un site autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec et préalablement autorisé par le représentant d'Hydro-Québec.

### **3.1 Brûlage**

Si le contrat prévoit le brûlage des débris ligneux, l'Entrepreneur doit le faire conformément aux lois et règlements applicables et suivant les conditions imposées par la Société de protection des forêts contre le feu SOPFEU. L'Entrepreneur doit également fournir au représentant d'Hydro-Québec son permis journalier de brûlage, si requis, avant d'entreprendre ses activités de brûlage.

L'Entrepreneur doit s'assurer de la combustion complète des empilements et ce, jusqu'à l'acceptation par le représentant d'Hydro-Québec.

En vertu du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*, il est interdit de se servir de vieux pneus ou d'huiles usées pour aider à la combustion des résidus de coupe.

Le brûlage est interdit dans l'emprise des chemins d'accès temporaire et de contournement.

### **3.2 Mise en copeaux**

Si le contrat prévoit la mise en copeaux, l'Entrepreneur doit disperser ceux-ci uniformément sur le site et sans former d'accumulation.

Il est interdit d'épandre des copeaux à l'intérieur de la bande végétale en bordure des rives des lacs et des cours d'eau, des marécages et des tourbières.

### **3.3 Résidus laissés sur place**

Dans le cas des sentiers, des chemins d'accès temporaires et de contournement, l'Entrepreneur doit éliminer les arbres de valeur non marchande comme suit : Il les ébranche, les tronçonne en longueur de 1,2 mètre et les dépose en dehors de l'emprise du chemin, à un endroit identifié par le représentant d'Hydro-Québec.

## **6) DÉCAPAGE AU JET D'EAU OU D'ABRASIF**

### **1. Décapage au jet d'eau**

L'Entrepreneur doit récupérer les résidus et les eaux résiduaires à l'aide d'un système lui permettant d'éviter tout rejet de contaminant dans l'environnement. Les installations doivent être vérifiées préalablement par le représentant d'Hydro-Québec.

### **2. Décapage au jet d'abrasif**

L'usage d'abrasif contenant de la silice est interdit. L'Entrepreneur doit fournir la certification du manufacturier déterminant la composition chimique de l'abrasif utilisé. Dans le cas où l'abrasif n'est pas accompagné d'une certification du manufacturier, l'Entrepreneur doit procéder, à ses frais, à l'analyse d'un échantillon afin de déterminer le contenu initial de l'abrasif en métaux lourds. La certification du manufacturier ou les résultats de l'analyse doivent être transmis au représentant d'Hydro-Québec qui autorisera le début des travaux de décapage si tout est conforme.

L'Entrepreneur doit récupérer en totalité les résidus de décapage tels que le béton, la rouille, la peinture, les enduits, l'abrasif ou encore les eaux résiduaires, soit par aspiration immédiate, soit en exécutant les travaux sous abri, soit en adoptant tout système jugé approprié permettant de répondre aux normes en vigueur. Les installations doivent être approuvées par le représentant d'Hydro-Québec. Dans le cas de l'utilisation d'un abri, l'Entrepreneur doit recouvrir les structures où les travaux sont exécutés afin de permettre la récupération complète des résidus et d'éviter les émissions de résidus dans l'air ainsi que les retombées de résidus dans l'eau ou sur le sol.

L'Entrepreneur doit confiner, si nécessaire, les résidus du décapage par jet d'abrasif à sec ou humide dans des contenants étanches. L'Entrepreneur est tenu de recouvrir les contenants afin de prévenir toute émission de résidus dans l'air.

### **3. Gestion des eaux résiduaires et des résidus de décapage**

Si les eaux sont rejetées dans un réseau d'égout municipal, elles doivent respecter les critères de rejets de la municipalité concernée. Si les eaux sont rejetées dans le réseau hydrographique, elles doivent respecter les critères de rejets du réseau d'égout pluvial de la municipalité concernée. En l'absence de critères municipaux, l'Entrepreneur doit se référer aux exigences contractuelles ou au représentant d'Hydro-Québec.

Dans le cas où la réglementation n'est pas respectée, l'Entrepreneur doit, soit apporter des modifications à son procédé de traitement des eaux résiduaires ou à ses méthodes de travail pour satisfaire les critères de rejet en vigueur, soit récupérer et éliminer ses eaux résiduaires vers un lieu de traitement ou de rejet autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec. Le cas échéant, l'Entrepreneur doit fournir une attestation du lieu d'élimination des eaux résiduaires, au représentant d'Hydro-Québec.

Hydro-Québec analyse les résidus de décapage et est responsable de l'élimination des résidus correspondant à des matières dangereuses au sens du *Règlement sur les matières dangereuses* en vigueur. S'il ne s'agit pas d'une matière dangereuse, l'Entrepreneur doit éliminer les résidus dans un site autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec et doit en fournir la preuve au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit aviser le représentant d'Hydro-Québec s'il entrepose des eaux ou des résidus de pompage sur la propriété d'Hydro-Québec.

## **7) DÉNEIGEMENT**

L'Entrepreneur ne doit pas décharger la neige dans un cours d'eau ni dans la bande de 30 mètres d'un cours d'eau.

L'Entrepreneur doit soumettre la localisation des aires d'accumulation de neige au représentant d'Hydro-Québec avant d'en faire usage. Dans tous les cas, ces aires doivent être situées à au moins 30 mètres d'un cours d'eau et de toute source d'approvisionnement en eau potable de manière à éviter toute contamination de l'eau ou de la nappe phréatique.

L'Entrepreneur doit épandre un minimum de fondants et d'abrasifs pour assurer la sécurité des travailleurs et du public. Il est toutefois interdit d'utiliser des abrasifs sur les propriétés privées, en milieu agricole et dans les secteurs sensibles identifiés par le représentant d'Hydro-Québec.

Lors du déneigement, l'Entrepreneur doit s'assurer de ne pas décaper le sol.

L'Entrepreneur doit procéder au déneigement avant d'entreprendre des travaux de remblayage et d'utiliser des aires de travail ou d'entreposage.

## 8) DÉVERSEMENT ACCIDENTEL DE CONTAMINANTS

Au début des travaux, L'Entrepreneur doit présenter un plan d'intervention en cas de déversement accidentel de contaminants ou adopter le plan soumis par le représentant d'Hydro-Québec. L'Entrepreneur doit placer son plan d'urgence dans un endroit à la vue de tous les employés.

Le représentant d'Hydro-Québec remet le *Guide d'intervention en cas de déversement accidentel d'huile* à l'Entrepreneur. Celui-ci doit le mettre à la disposition de ses employés et s'en servir pour les sensibiliser aux mesures d'urgence, à leurs responsabilités et à l'importance d'une intervention rapide.

Dès le début des travaux, l'Entrepreneur doit avoir au moins une trousse d'urgence sur le site des travaux. Celle-ci contient des produits adaptés aux particularités du lieu de travail. L'Entrepreneur doit faire approuver le nombre et le contenu de sa ou de ses trousse(s) d'urgence par le représentant d'Hydro-Québec. Voici le contenu type d'une trousse d'urgence en cas de déversement :

- 1 baril ou boîte contenant le matériel d'intervention en cas de déversement;
- 10 coussins absorbants en polypropylène de 430 cm<sup>3</sup> de dimension;
- 200 feuilles absorbantes en polypropylène;
- 10 boudins absorbants en polypropylène;
- 2 couvercles en néoprène de 1 m<sup>2</sup> pour couvrir un regard d'égout;
- 5 sacs de 10 litres de fibre de tourbe traitée pour absorber les hydrocarbures;
- 10 sacs en polyéthylène de 6 mm d'épaisseur et de 205 litres de grandeur pour déposer les absorbants contaminés.

L'Entrepreneur doit aviser immédiatement le représentant d'Hydro-Québec de tout déversement de contaminants dans l'environnement, quelle que soit la quantité déversée.

Lors d'un déversement accidentel de contaminants, l'Entrepreneur doit procéder immédiatement, à ses frais, aux opérations suivantes :

- contrôler la fuite;
- vérifier l'étendue du déversement;
- appliquer sa structure d'alerte;
- confiner le contaminant;
- récupérer le contaminant;
- excaver et remplacer le sol contaminé, s'il y a lieu;
- gérer les résidus contaminés en fonction du niveau de contamination observé;
- et rédiger un rapport de déversement.

Si l'Entrepreneur ne possède pas l'expertise nécessaire pour intervenir efficacement en cas de déversement de contaminants, il doit mandater, à ses frais, une firme spécialisée dans le domaine.

Le représentant d'Hydro-Québec peut, s'il est d'avis que les mesures mises en œuvre par l'Entrepreneur sont insuffisantes ou non appropriées, retirer ces travaux des mains de l'Entrepreneur, conformément aux dispositions de l'article *Défaut-résiliation* des clauses générales.

## 9) DRAINAGE

En cours de travaux, l'Entrepreneur doit respecter le drainage naturel du milieu et prendre toutes les mesures appropriées pour permettre l'écoulement normal des eaux et éviter la formation d'étangs.

Lors de l'aménagement de fossés temporaires, l'Entrepreneur doit réduire, au besoin, la pente du fossé en y installant, à intervalles réguliers, des obstacles qui permettront d'éviter l'érosion (ex. : sacs de sable, ballots de paille, etc.)

Lorsque le drainage de surface risque d'entraîner des sédiments dans des cours d'eau, l'Entrepreneur doit appliquer des mesures pour contenir les sédiments ou les détourner afin qu'ils n'atteignent pas les cours d'eau.

Dans le cas du drainage souterrain, l'Entrepreneur doit respecter les exigences contractuelles indiquées dans la section sur le *milieu agricole*.

#### **10) EAU POTABLE**

L'Entrepreneur responsable de l'approvisionnement en eau potable sur un chantier doit respecter le *Règlement sur l'eau potable* et le *Règlement sur les eaux embouteillées*.

L'Entrepreneur doit effectuer des contrôles périodiques de la qualité de l'eau potable. Pour ces contrôles, l'Entrepreneur doit utiliser du personnel qualifié ou formé à cette fin.

Si, à la suite d'analyses de contrôle, l'eau s'avère non conforme à l'un des critères de qualité d'une eau potable, l'Entrepreneur doit mettre des affiches *Eau non potable* à tous les points d'alimentation en eau et prendre les mesures nécessaires pour corriger la situation. L'Entrepreneur doit en aviser immédiatement le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit utiliser des affiches *Eau non potable* sur une base temporaire. Leur usage n'est autorisé que le temps de mettre en place des mesures correctives. Dès que l'eau a retrouvé ses caractéristiques de potabilité, les affiches doivent être retirées.



## 11) EAU RÉSIDUAIRE

L'Entrepreneur doit, si nécessaire, canaliser et récupérer ses eaux résiduaires telles que l'eau pompée hors des excavations, les eaux de ruissellement et les eaux utilisées pour le refroidissement, le décapage, le sciage, le forage, l'arrosage, le nettoyage, la démolition, etc., provenant de ses travaux.

L'Entrepreneur doit filtrer, décanter ses eaux résiduaires ou utiliser toute autre méthode approuvée par le représentant d'Hydro-Québec en vue de satisfaire la réglementation en vigueur. Si les eaux résiduaires sont rejetées dans un réseau d'égout municipal, elles doivent respecter les critères de rejet de la municipalité concernée. Si les eaux résiduaires sont rejetées dans le réseau hydrographique, elles doivent respecter les critères de rejets liquides du réseau d'égout pluvial de la municipalité concernée. En l'absence de critères municipaux, l'Entrepreneur doit se référer aux clauses contractuelles ou au représentant d'Hydro-Québec. Il est interdit de diluer une eau résiduaire avant son rejet dans le milieu récepteur pour satisfaire les critères en vigueur.

Dans le cas où la réglementation n'est pas respectée, l'Entrepreneur doit, soit apporter des modifications à son procédé de traitement des eaux résiduaires ou à ses méthodes de travail pour satisfaire les critères de rejet en vigueur, soit récupérer et éliminer ses eaux résiduaires vers un lieu de traitement ou de rejet autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec. Le cas échéant, l'Entrepreneur doit fournir une attestation du lieu d'élimination des eaux résiduaires au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit aviser le représentant d'Hydro-Québec s'il entrepose des eaux résiduaires ou des résidus de pompage sur la propriété d'Hydro-Québec.

## **12) ENGIN DE CHANTIER ET CIRCULATION**

### **1. Engins de chantier**

L'Entrepreneur doit tenir compte de la nature du terrain et du milieu environnant dans le choix de ses engins de chantier en vue d'éviter de créer des ornières. Si, pour des raisons techniques, l'Entrepreneur ne peut respecter cette directive, il devra soumettre des mesures de remise en état spécifiques à ces lieux au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit maintenir ses équipements en parfait état de fonctionnement. À tous les jours, il est tenu de vérifier la présence de fuite de contaminants sur ses équipements, qu'il doit réparer immédiatement, le cas échéant.

Toute manipulation de carburant, d'huile ou d'autres produits contaminants, y compris le transvaseage, doit être effectuée à plus de 60 mètres d'un plan d'eau et d'autres éléments sensibles identifiés dans le contrat ou par le représentant d'Hydro-Québec. L'Entrepreneur doit effectuer tous les travaux de maintenance et de ravitaillement en carburant de ses engins sur un site où les contaminants seront confinés en cas de déversement, tout en ayant sur place du matériel d'intervention en cas de déversement accidentel de contaminants.

L'Entrepreneur doit munir chaque engin de chantier d'une quantité suffisante d'absorbants afin d'intervenir efficacement en cas de déversement accidentel de contaminants.

Les bétonnières et les équipements servant au transport et à la pose du béton doivent être lavés dans une aire prévue à cet effet. L'emplacement de cette aire est déterminée par le représentant d'Hydro-Québec. Il peut s'agir d'un bassin de décantation que l'Entrepreneur doit creuser à même le sol. À la fin des travaux, l'Entrepreneur doit enlever les résidus solides décantés et les déposer dans un conteneur de matériaux secs. Finalement, il doit remblayer le bassin de décantation avec le sol d'origine, en prenant soin de remettre la couche de matière végétale à la surface.

### **2. Circulation**

Dans l'emprise d'une ligne, l'Entrepreneur doit limiter sa circulation à une voie de 8 mètres de largeur telle qu'indiquée dans le contrat, ou déjà implantée lors du déboisement, ou identifiée sur le terrain. Pour toute dérogation, il devra obtenir l'autorisation préalable du représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit maintenir en tout temps les voies de circulation qu'il utilise en bon état et s'assurer que celles-ci puissent être utilisées et croisées sans problème par les autres utilisateurs du milieu.

L'Entrepreneur doit obtenir l'autorisation du représentant d'Hydro-Québec avant d'utiliser tout chemin, sentier ou chemin de contournement non indiqués au contrat.

Sur les terres du domaine public, l'Entrepreneur ne doit pas circuler à moins de 20 mètres d'un lac ou d'un cours d'eau permanent et à moins de 5 mètres d'un cours d'eau intermittent, sauf pour construire un chemin ou installer une infrastructure de franchissement. Toute dérogation à cette clause doit être approuvée préalablement par le représentant d'Hydro-Québec qui se chargera d'obtenir les autorisations requises.

L'Entrepreneur ne doit pas circuler dans la bande située sous la couronne des arbres et doit protéger, si requis, les arbres ou arbustes identifiés sur le terrain.

L'Entrepreneur est tenu de limiter les émissions de poussière provenant de la circulation des engins de chantier et de soumettre, pour approbation par le représentant d'Hydro-Québec, le type d'abat-poussières qu'il entend utiliser.

À la demande du représentant d'Hydro-Québec, l'Entrepreneur doit arrêter toute circulation lourde, par exemple, sur des milieux sensibles à l'érosion, en particulier lors d'une pluie abondante ou sur des milieux de faible capacité portante, lors d'un faible gel ou du dégel.

Lors d'une traversée à gué d'un cours d'eau autorisée par le représentant d'Hydro-Québec, l'Entrepreneur doit nettoyer la partie de ses engins de chantier qui sera submergée lors de la traversée. L'aire de nettoyage doit être située à plus de 60 mètres de tout plan d'eau. L'Entrepreneur est tenu de récupérer tout le matériel (eau, chiffons, etc.) de nettoyage souillé par des hydrocarbures.

### **13) EXCAVATION ET TERRASSEMENT**

L'Entrepreneur doit limiter au strict nécessaire le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail, afin de respecter la topographie naturelle et de prévenir l'érosion.

Si l'Entrepreneur découvre un bien ou un site archéologique lors de travaux d'excavation ou de construction, il doit arrêter ses travaux et en informer sans délai le représentant d'Hydro-Québec. L'Entrepreneur doit éviter toute intervention de nature à compromettre l'intégrité du bien ou du site découvert.

L'Entrepreneur ne doit pas terrasser dans la bande de 3 mètres de la projection de la couronne d'un arbre, ni dans la bande de protection végétale en bordure des rives des lacs, des cours d'eau, des marécages et des tourbières, soit une largeur de 20 mètres dans le domaine public et de 10 à 15 mètres dans le domaine privé. Si des travaux doivent être réalisés dans ces secteurs, l'Entrepreneur doit soumettre, pour approbation, un plan d'intervention et de remise en état du site au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit décapier l'aire d'excavation et l'aire d'entreposage des matériaux de déblai et remblai. Il doit mettre de côté la couche de sol arable ou végétal et la remettre en place lors de la remise en état des lieux. L'épaisseur de la couche de sol à décapier est indiquée dans le contrat ou établie au terrain par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit, si nécessaire, filtrer, décanter, traiter ou utiliser toute autre méthode approuvée par le représentant d'Hydro-Québec en vue de contrôler la qualité des eaux de ruissellement ou des eaux pompées hors des excavations.

Si les eaux sont rejetées dans un réseau d'égout municipal, elles doivent respecter les critères de rejets de la municipalité concernée. Si les eaux sont rejetées dans le réseau hydrographique, elles doivent respecter les critères de rejets du réseau d'égout pluvial de la municipalité concernée. En l'absence de critères municipaux, l'Entrepreneur doit se référer aux exigences contractuelles ou au représentant d'Hydro-Québec.

Dans le cas où la réglementation n'est pas respectée, l'Entrepreneur doit, soit apporter des modifications à son procédé de traitement ou à ses méthodes de travail pour satisfaire les critères de rejet en vigueur, soit récupérer et éliminer ses eaux de pompage vers un lieu de traitement ou de rejet autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec. Le cas échéant, l'Entrepreneur doit fournir une attestation du lieu d'élimination des eaux de pompage, au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit aviser le représentant d'Hydro-Québec s'il entrepose des eaux ou des résidus de pompage sur la propriété d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit transporter les sols contaminés dans un site autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec et fournir une preuve d'élimination au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit transporter les déblais non contaminés excédentaires dans un site approuvé par le représentant d'Hydro-Québec qui se chargera d'en vérifier la conformité du site auprès du ministère de l'Environnement.

Lors d'une découverte imprévue de sols présentant des indices de contamination (odeurs, apparence), l'Entrepreneur doit interrompre ses travaux d'excavation et aviser sans délai le représentant d'Hydro-Québec. Celui-ci est responsable de lui transmettre des indications quant à la poursuite des travaux et au mode d'élimination des matériaux à adopter.

Après les travaux, l'Entrepreneur doit niveler les aires d'excavation et d'entreposage des déblais selon la topographie du milieu environnant. De plus, il est tenu de rétablir le drainage et de stabiliser les terrains susceptibles d'être érodés.

Pour les travaux en milieu agricole, l'Entrepreneur doit respecter les présentes exigences contractuelles et les exigences de la section du *milieu agricole*.

#### **14) FORAGE ET SONDAGE**

Lors de travaux en milieu boisé, l'Entrepreneur doit restreindre au strict minimum l'aire affectée par les travaux. Il doit déboiser manuellement le site, tronçonner les arbres en longueur de 1,2 mètre et les empiler en bordure du site.

Avant le début des travaux, l'Entrepreneur doit mettre de côté la terre végétale située au point de forage ou de sondage et il la remettre en place lors du remblayage final.

L'Entrepreneur doit aviser immédiatement le représentant d'Hydro-Québec lorsqu'il détecte des indices (odeur, couleur, etc.) de contamination dans un forage ou un sondage.

L'Entrepreneur doit gérer les résidus de forage (carottes, boues) selon leur niveau de contamination. Celui-ci sera établi, si requis, par le représentant d'Hydro-Québec, aux frais d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit confiner l'aire de rejet des boues de forage et s'assurer que l'eau de ruissellement se dissipe dans le sol ou qu'elle soit filtrée avant d'atteindre un élément de drainage.

Si les travaux de forage atteignent la nappe phréatique, l'Entrepreneur doit, au moment de l'abandon du site, remplir le trou avec du gravier ou du sable propre dans la région de la nappe et s'assurer d'avoir un bouchon de matériau imperméable en surface du trou pour empêcher l'infiltration de contaminants dans celui-ci.

À la fin des travaux, l'Entrepreneur doit remplir les trous de sondage et reconstituer les conditions géologiques d'origine avec les matériaux excavés.

S'il y a risque de contamination de l'eau (travaux à proximité de l'eau libre ou sur couvert de glace), l'Entrepreneur doit entreposer dans des bacs ou sur des membranes étanches tous ses produits contaminants et ses engins de chantier.

Lors de travaux sur une plate-forme flottante installée sur un plan d'eau ou dans un milieu humide, l'Entrepreneur doit garder sous surveillance constante ses carburants, lubrifiants ou autres contaminants, sinon il doit les entreposer hors du plan d'eau ou du milieu humide, dans un lieu approuvé par le représentant d'Hydro-Québec.

#### **15) FRANCHISSEMENT DES COURS D'EAU**

Toute traversée à gué est interdite, à moins d'avoir été autorisée préalablement par le représentant d'Hydro-Québec qui s'assure d'avoir les autorisations requises. L'Entrepreneur peut toutefois franchir un cours d'eau sans pont ou ponceau pendant la période où le sol et l'eau sont gelés à une profondeur d'au moins 35 cm.

L'Entrepreneur doit utiliser les ponts et ponceaux existants ou en construire d'autres tel qu'indiqué au contrat selon les lois et règlements applicables.

Lorsque l'Entrepreneur doit installer un nouveau pont, ponceau ou pont amovible, le choix exact de l'emplacement sur le cours d'eau doit être fait conjointement avec le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit obtenir l'autorisation du représentant d'Hydro-Québec avant toute modification de la topographie des berges d'un cours d'eau. S'il y a risque d'endommager les berges, l'Entrepreneur doit installer une protection en rondins, madriers ou utiliser toute autre méthode approuvée par le représentant d'Hydro-Québec avant le début des travaux. Si l'Entrepreneur utilise des rondins, il doit vérifier auprès du représentant d'Hydro-Québec s'il peut se servir des arbres se trouvant dans le voisinage.

L'Entrepreneur doit achever les travaux nécessitant des interventions dans le lit d'un cours d'eau dans les meilleurs délais possibles.

L'Entrepreneur doit vérifier que l'installation de ses ponts et ponceaux ne crée pas d'étangs, de chutes, de fortes dénivellations, qu'elle n'inonde pas les terres adjacentes et qu'elle ne gêne pas la circulation des poissons.

L'Entrepreneur est tenu d'éviter l'augmentation de la turbidité de l'eau lors de l'installation des culées jetées ou des fondations de ses ponts et ponceaux. Il doit faire, au préalable, vérifier sa méthode de travail par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit retirer les ponts et les ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges qu'il a installés dès l'achèvement des travaux ou sur un avis du représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit restaurer le profil d'origine du lit et des berges des cours d'eau après l'enlèvement des ponts et ponceaux temporaires.

## **16) GESTION DES DÉCHETS SOLIDES ET DES MATIÈRES DANGEREUSES**

### **1. Matières dangereuses neuves ou en utilisation**

Les produits avec le sigle SIMDUT sont des matières dangereuses; il s'agit de produits gazeux, toxiques, corrosifs, inflammables, radioactifs, comburants ou lixiviables. L'Entrepreneur doit faire approuver son lieu d'entreposage de matières dangereuses neuves ou en utilisation par le représentant d'Hydro-Québec. Ce lieu d'entreposage doit être éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ou des puisards ainsi que de tout autre élément sensible indiqué par le représentant d'Hydro-Québec. L'Entrepreneur doit aussi avoir sur place du matériel d'intervention en cas de déversement de contaminants.

L'Entrepreneur ne doit pas émettre, déposer, dégager ou rejeter une matière dangereuse dans l'environnement ou dans un réseau d'égout.

### **2. Déchets solides et matières dangereuses résiduelles**

L'Entrepreneur ne doit pas mélanger ou diluer des matières dangereuses résiduelles (MDR) avec d'autres matières dangereuses ou non, à moins que les matières qui en résultent soient également des matières dangereuses.

L'Entrepreneur doit ramasser quotidiennement et trier les différents déchets qu'il génère selon qu'ils constituent des déchets solides (déchets domestiques, matériaux secs) au sens du *Règlement sur les déchets solides* en vigueur, des MDR au sens du *Règlement sur les matières dangereuses* en vigueur ou des matériaux récupérables (métaux, équipements électriques, etc.).

Lorsque l'Entrepreneur suspecte que des déchets sont potentiellement contaminés, il doit en aviser le représentant d'Hydro-Québec qui se chargera de les caractériser aux frais d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur est responsable de l'entreposage et de l'élimination des déchets solides générés dans le cadre du contrat qui lui est alloué. Les déchets solides doivent être éliminés par l'Entrepreneur et à ses frais dans un lieu autorisé par le ministère de l'Environnement du Québec. L'Entrepreneur doit fournir, sur demande, une preuve d'élimination dans un site autorisé au représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur est responsable de la récupération et de l'entreposage de toute MDR générée dans le cadre du contrat qui lui est alloué. Il doit fournir la main-d'œuvre et/ou les matériaux pour l'aménagement d'une zone de récupération, la récupération des MDR et leur transport vers un lieu de transit d'Hydro-Québec. Les MDR sont ensuite éliminées par Hydro-Québec et aux frais d'Hydro-Québec.



La zone de récupération aménagée par l'Entrepreneur doit comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention doit répondre au plus élevé des volumes suivants : 25 % de la capacité totale de tous les contenants entreposés ou 125 % de la capacité du plus gros contenant. À titre d'exemple, il peut s'agir d'un ou de plusieurs bacs étanches recouverts d'un abri, d'une roulotte de chantier ou d'un conteneur maritime.

Pour les MDR générées dans le cadre du contrat, Hydro-Québec fournit les contenants de récupération (barils), les étiquettes pour l'identification des contenants, les affiches pour l'identification des catégories de MDR ainsi que les feuilles d'expédition de marchandise. L'Entrepreneur doit fournir les placards pour le transport des matières dangereuses lorsque requis.

Au cours de la réunion d'ouverture de chantier, le représentant d'Hydro-Québec remet à l'Entrepreneur une copie de la *Procédure de récupération des MDR sur les chantiers de lignes, postes et centrales* qui présente en détail les modalités de récupération des MDR.

Les matériaux récupérables appartenant à Hydro-Québec (fer, cuivre, aluminium, etc.) sont déposés par l'Entrepreneur dans les conteneurs fournis par Hydro-Québec. Ces matériaux sont éliminés par Hydro-Québec.

Tous les frais reliés à l'entreposage et à l'élimination des MDR (huiles usées, filtres contaminés, etc.) produits ou générés par la machinerie et les engins de chantier de l'Entrepreneur pendant ses travaux sont à la charge de celui-ci.

## **17) MILIEU AGRICOLE**

### **1. Drainage souterrain**

Au début des travaux, l'Entrepreneur doit relever l'emplacement des drains existants et assurer leur bon fonctionnement tout au long des travaux.

L'Entrepreneur doit aménager son chemin de circulation entre les drains lorsque le réseau de drainage souterrain est parallèle au chemin de circulation. Par contre, lorsque le chemin de circulation croise un drain, l'Entrepreneur doit prendre des mesures pour éviter le compactage du sol au dessus du drain.

Lorsque l'Entrepreneur endommage un drain lors de travaux d'excavation, il doit s'assurer de l'écoulement continu du drain en amont de l'excavation. Il doit poser un bouchon dans le drain situé en aval de l'excavation pour prévenir toute introduction de matériaux pouvant causer une obstruction du drain. L'Entrepreneur est tenu d'installer un jalon vis-à-vis du drain à réparer et d'en aviser le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit utiliser les services d'une firme spécialisée pour réparer les drains endommagés.

L'Entrepreneur doit signaler au représentant d'Hydro-Québec toutes les modifications et toutes les réparations de drains souterrains avant leur remblayage final.

### **2. Drainage de surface**

L'Entrepreneur doit faire un relevé, avec le représentant d'Hydro-Québec, de l'état des ponts ou ponceaux existants qu'il utilisera durant ses travaux. Il doit les maintenir en bon état et procéder à leur réparation s'il les endommage.

Avec le représentant d'Hydro-Québec, l'Entrepreneur doit identifier les points de traversés des éléments de drainage ainsi que les ponts et ponceaux à installer. Dans le cas des ponceaux, l'Entrepreneur doit utiliser des tuyaux de plastique si la dimension requise est disponible sur le marché.

L'Entrepreneur doit maintenir en bon état les ponts et ponceaux qu'il installe et s'assurer de la stabilité des berges.

Toute modification au drainage de surface, prévue pour la durée des travaux, doit être approuvée par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit effectuer, avec le représentant d'Hydro-Québec, le balisage des puits et de toute autre source d'alimentation en eau potable qui pourraient être touchés ou affectés. Il doit fournir au représentant d'Hydro-Québec les mesures qu'il entend prendre pour protéger ces éléments.

L'Entrepreneur doit retirer les équipements qu'il a installés dès l'achèvement des travaux ou sur un avis du représentant d'Hydro-Québec. De plus, il doit rétablir le profil des berges des éléments de drainage touchés et les stabiliser.

### 3. Barrières et clôtures

Au début des travaux et en présence du représentant d'Hydro-Québec, l'Entrepreneur doit déterminer l'emplacement de son chemin de circulation dans l'emprise de la ligne électrique et les endroits où il doit installer des clôtures ou des barrières.

Si le chemin de circulation croise des clôtures de pierres ou de perches, l'Entrepreneur doit alors les démonter et entreposer les matériaux de façon à pouvoir reconstruire ces clôtures à la fin des travaux.

L'Entrepreneur doit installer et maintenir en bon état les clôtures temporaires, les barrières temporaires ou rigides ainsi que toute autre installation requise pour la protection des cultures, du bétail et de la propriété.

L'Entrepreneur est tenu d'installer une barrière rigide de part et d'autre de tout chemin public croisé par son chemin de circulation aménagé dans l'emprise d'une ligne électrique.

Avant d'ouvrir une brèche dans une clôture, l'Entrepreneur doit consolider les piquets situés de part et d'autre de la brèche pour qu'il n'y ait pas de relâchement ou d'autres dommages sur le reste de la clôture. Il doit ensuite installer une barrière en prenant soin d'éviter que le bétail ne s'échappe.

Dans le cas de l'ouverture d'une brèche dans une clôture électrique, l'Entrepreneur doit installer une arcade ou, après autorisation du représentant d'Hydro-Québec, modifier l'équipement du propriétaire pour maintenir l'alimentation électrique de la clôture des deux côtés de la brèche.

L'Entrepreneur doit construire une barrière rigide, une barrière temporaire ou une arcade pour une clôture électrique selon les dessins 1 et 2 présentés à la fin de la section sur le milieu agricole.

L'Entrepreneur doit terminer l'installation des barrières rigides ou temporaires et des arcades pour clôture électrique avant le début des travaux dans ce secteur.

L'Entrepreneur doit suivre les exigences contractuelles suivantes pour l'installation d'une barrière temporaire :

- elle est construite avec le même type de broche et le même nombre de brins que la clôture adjacente;
- les piquets ont la même dimension que les piquets adjacents mais ils ne sont jamais inférieurs à 76 mm de diamètre;
- elle est munie d'une attache en haut et en bas;
- les piquets reposent sur le sol et sont de la même hauteur que les piquets adjacents;
- la tension des broches dans la barrière doit être suffisante pour retenir le bétail.

L'Entrepreneur est tenu de fermer les barrières immédiatement après le passage de chaque véhicule ou engin de chantier.

Lors d'un déversement accidentel de contaminants, l'Entrepreneur doit clôturer le site contaminé laissé sans surveillance pour qu'aucun animal ne puisse y accéder.

L'Entrepreneur doit réparer ou remplacer immédiatement avec des matériaux de même qualité que les matériaux d'origine toute clôture ou barrière qu'il coupe, enlève, endommage ou détruit accidentellement.

A la fin des travaux, l'Entrepreneur doit enlever toutes les barrières temporaires qu'il a installées, à moins d'avis contraire du représentant d'Hydro-Québec. Il doit remettre en bon état toutes les clôtures qu'il a modifiées avec du matériel similaire ou supérieur à celui en place. Finalement, l'Entrepreneur doit solidifier et laisser en place les étauçons des piquets de chaque côté de la brèche qu'il a refermée.

#### **4. Circulation dans l'emprise d'une ligne électrique**

L'Entrepreneur doit s'assurer que les chemins d'accès à l'emprise sont clairement indiqués sur le chantier et que les infrastructures qu'il utilise sont entretenues en permanence durant les travaux.

L'Entrepreneur doit circuler dans l'emprise sur une voie de 8 mètres de large. Toute dérogation doit être soumise à l'approbation du représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur ne doit pas modifier le tracé d'une voie d'accès ou de contournement prévu au contrat avant d'avoir obtenu l'autorisation du représentant d'Hydro-Québec.

Au moins dix jours ouvrables à l'avance, l'Entrepreneur doit faire une demande d'autorisation au représentant d'Hydro-Québec pour circuler sur tout chemin d'accès à l'emprise non prévu au contrat.

Aucun épandage de gravier en milieu agricole n'est permis sans l'approbation du représentant d'Hydro-Québec.

La voie de circulation aménagée par l'Entrepreneur doit se situer à l'extérieur de l'alignement des pylônes afin de restreindre la circulation aux aires de travaux.

L'Entrepreneur doit s'assurer que sa voie de circulation ne constitue jamais un obstacle empêchant les propriétaires d'accéder aux parcelles de terre avoisinantes.

Quand les ornières ont plus de 20 cm de profondeur ou que le terrain commence à s'éroder, l'Entrepreneur doit prendre des mesures pour réparer les dommages aux sols et pour éliminer la source du problème après avoir soumis sa méthode au représentant d'Hydro-Québec.

Selon la saison et la nature du sol, Hydro-Québec restreindra, si nécessaire, l'accès au chantier de certains d'engins de chantier ne pouvant circuler sans perturber le sol.

L'Entrepreneur doit maintenir un système de drainage fonctionnel de chaque côté des routes croisées par son chemin de circulation. Il doit installer un ponceau dans les fossés en bordure des voies, afin d'éviter tout blocage de drainage et d'empêcher le lessivage, l'érosion ou toute autre altération des routes.

L'Entrepreneur doit protéger les bordures et la surface de roulement des chemins asphaltés et il doit les maintenir propres.

L'Entrepreneur doit utiliser les chemins d'accès seulement durant les heures régulières de travail, à moins d'une autorisation spéciale du représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit prendre les mesures requises afin de ne pas effrayer le bétail lors de la réalisation des travaux.

L'Entrepreneur doit limiter les émissions de poussière provenant de la circulation des engins de chantier et soumettre le type d'abat-poussière qu'il entend utiliser pour approbation par le représentant d'Hydro-Québec.

Lors du déneigement de sa voie de circulation, l'Entrepreneur doit s'assurer de ne pas décaper le sol. De plus, l'Entrepreneur doit étendre les amoncellements de neige et de glace causés par ses activités à la fin des travaux ou au moment jugé opportun par le représentant d'Hydro-Québec.

À la fin des travaux, l'Entrepreneur doit remettre les chemins dans un état similaire ou supérieur à leur état d'origine. Les travaux doivent être approuvés par le représentant d'Hydro-Québec et par le propriétaire foncier.

#### **5. Exécution des travaux**

L'Entrepreneur doit décaper toute aire d'excavation ou d'entreposage de matériaux de déblais et de remblais ainsi que toute aire où du nivellement est requis. Il doit mettre de côté la couche de sol arable et la remettre en place lors de la remise en état du terrain. L'épaisseur de couche de sol à décaper est indiquée soit dans le contrat, soit par le représentant d'Hydro-Québec; dans tous les cas, elle ne dépasse pas 30 cm.

Quand du sol inerte est mélangé au sol arable, l'Entrepreneur doit remplacer cette couche par du sol arable provenant d'un endroit approuvé par le représentant d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit clôturer les excavations laissées sans surveillance. Il doit faire approuver son installation par le représentant d'Hydro-Québec.

Avant d'entreprendre des travaux de remblayage et d'utiliser des aires de travail ou d'entreposage, l'Entrepreneur doit procéder au déneigement, si requis.

L'Entrepreneur ne doit pas enfouir ou laisser sur le sol des débris métalliques ou autres.

L'Entrepreneur ne doit répandre aucun sédiment provenant du pompage des fosses d'excavation dans les cours d'eau ou fossés avoisinants.

Les bétonnières et les équipements servant au transport et à la pose du béton doivent être lavés dans une aire prévue à cet effet. L'emplacement de cette aire est déterminée par le représentant d'Hydro-Québec. Il peut s'agir d'un bassin de décantation que l'Entrepreneur doit creuser à même le sol. À la fin des travaux, l'Entrepreneur doit enlever les résidus solides décantés et les déposer dans un conteneur de matériaux secs. Finalement, il doit remblayer le bassin de décantation avec le sol d'origine, en prenant soin de remettre la couche de matière végétale à la surface.

Lors du remblayage d'une excavation ou du démantèlement d'une ligne, l'Entrepreneur doit redonner au terrain son profil d'origine. Pour ce faire, il doit utiliser les déblais d'excavation sur place et, s'il manque des matériaux, l'Entrepreneur doit se procurer un sol similaire à celui d'origine. En aucun cas il ne doit décaper le terrain environnant pour récupérer les matériaux manquants.

L'Entrepreneur doit choisir des endroits de moindre impact environnemental pour installer les aires de déroulage et soumettre ces sites au représentant d'Hydro-Québec pour approbation.

Si l'Entrepreneur laisse du matériel sur le terrain après les heures de travail, il doit installer les protections requises pour qu'aucune machinerie agricole et aucun animal n'entrent en contact avec ce matériel.

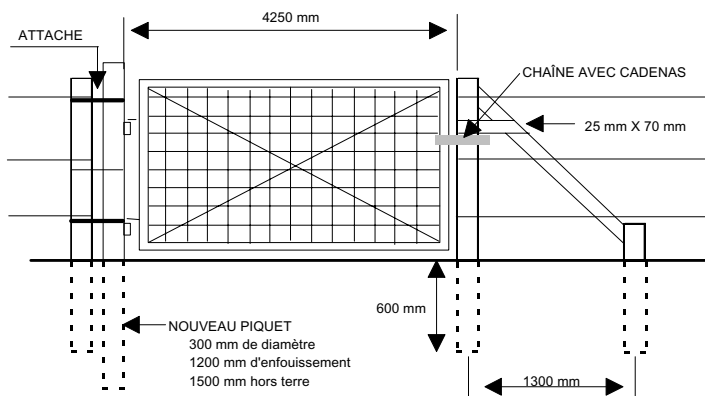
L'Entrepreneur doit effectuer un épierrement manuel ou mécanique lorsque des roches se retrouvent en surface à la suite des travaux.

L'Entrepreneur doit procéder à la remise en état des lieux au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Il demande ensuite au représentant d'Hydro-Québec d'accepter la remise en état des lieux à la fin des travaux.

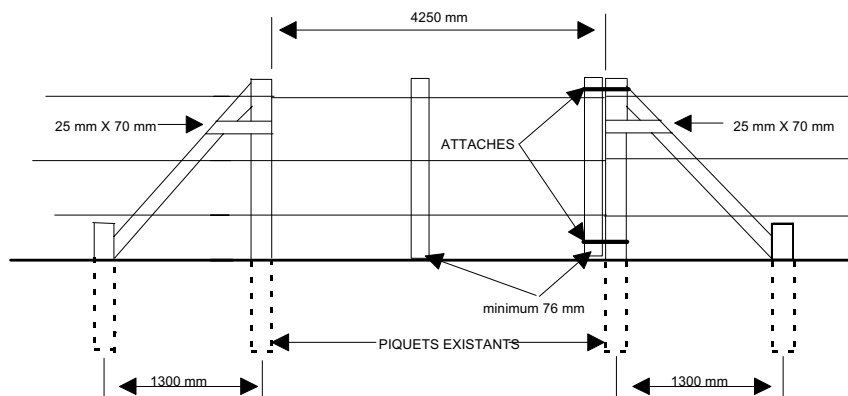
DESSIN 1

BARRIÈRES

BARRIÈRE RIGIDE

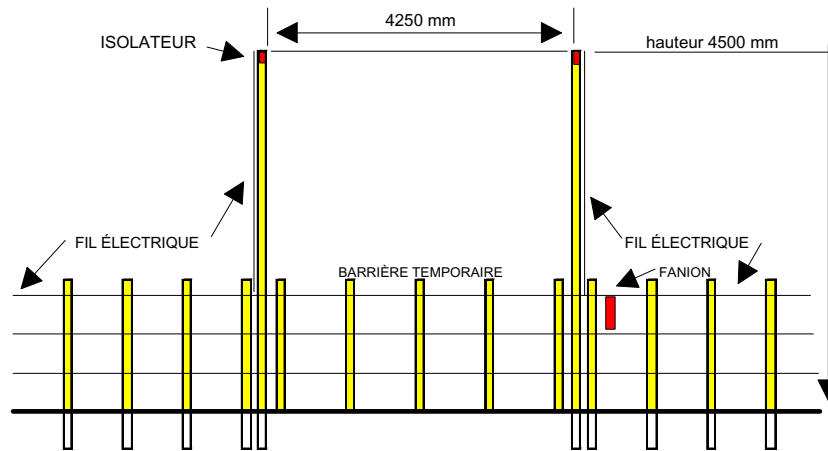


BARRIÈRE TEMPORAIRE

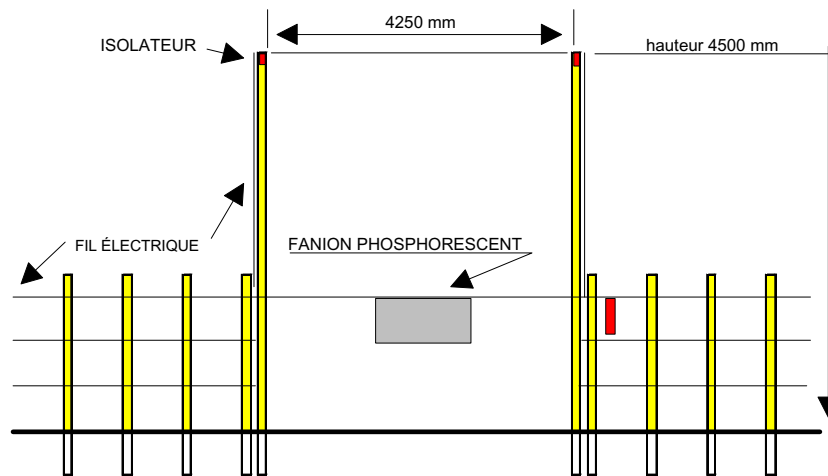


DESSIN 2

ARCADE POUR CLÔTURE ÉLECTRIQUE



OU





**18) PATRIMOINE TECHNOLOGIQUE ET ARCHITECTURAL**

L'Entrepreneur ne doit démanteler aucun équipement portant une étiquette ou toute autre indication précisant sa valeur patrimoniale sans aviser le représentant d'Hydro-Québec et sans avoir reçu les instructions de celui-ci concernant les modalités de démantèlement et de gestion de cet équipement.

L'Entrepreneur doit effectuer le démantèlement en présence du représentant d'Hydro-Québec afin que celui-ci enregistre les opérations de démantèlement et récupère la plaque d'identification, au besoin.

### **19) QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE**

L'Entrepreneur doit se conformer au *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* lors de tout travail afin d'éviter la diffusion de poussières et de contaminants dans l'environnement au-delà de la quantité prévue par le règlement.

L'Entrepreneur doit utiliser un abat-poussière ou confiner l'aire des travaux afin de contrôler les émissions de poussières provenant de ses activités. Il est tenu d'éviter de porter atteinte à la santé et à la sécurité et d'éviter d'endommager l'environnement et les biens d'Hydro-Québec.

Avant d'entreprendre tous les travaux et les activités qui génèrent des émissions de poussières et de fines particules contaminantes, l'Entrepreneur doit faire approuver ses mesures et ses méthodes de travail par le représentant d'Hydro-Québec.

Dans le cas où la réglementation n'est pas respectée, Hydro-Québec exigera que l'Entrepreneur apporte des modifications à ses méthodes de travail, le tout aux frais de l'Entrepreneur.

Il est interdit de brûler des déchets à ciel ouvert, sauf les branches, arbres, feuilles mortes, les produits explosifs ou les emballages vides de produits explosifs. Cette dernière interdiction ne vise ni les lieux d'élimination des déchets solides au nord du 55<sup>e</sup> parallèle ni les dépôts en tranchée.

## 20) REMISE EN ÉTAT

L'Entrepreneur doit débarrasser le site des équipements, des matériaux, des installations provisoires et éliminer les déchets, les décombres et les déblais dans des sites autorisés à cet effet.

L'Entrepreneur doit retirer les ponts et les ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges qu'il a installés et il doit restaurer le profil d'origine du lit et des berges des cours d'eau.

L'Entrepreneur doit restaurer le drainage naturel et creuser au besoin des fossés pour assurer un bon drainage du terrain.

L'Entrepreneur doit niveler le terrain de façon à lui redonner sa forme d'origine ou une forme s'harmonisant avec le milieu environnant. De plus, il doit s'assurer que les pentes du terrain ont une inclinaison d'au plus 30 %.

L'Entrepreneur doit épandre la terre végétale, mise de côté au début des travaux, sur toute la surface du site de travail ou d'entreposage si le volume est suffisant, sinon sous forme d'îlots.

L'Entrepreneur doit abattre les arbres endommagés lors de ses travaux qui sont désignés par le représentant d'Hydro-Québec. Il doit les ébrancher et les tronçonner en longueur de 1,2 mètre. Si le bois a une valeur commerciale, l'Entrepreneur doit l'empiler en bordure de l'emprise. Si les arbres n'ont pas de valeur commerciale ou autres, l'Entrepreneur doit les laisser au sol dans l'emprise.

L'Entrepreneur doit remettre le terrain sur lequel il a travaillé dans un état semblable à ce qu'il était avant son intervention. Ainsi, il doit niveler le terrain et éliminer les ornières et les trous sans utiliser le sol arable ou organique avoisinant. Il doit aussi remettre les chemins qu'il a utilisés dans un état similaire ou supérieur à leur état d'origine.

Dans le but de réduire les risques d'érosion sur les terrains en pente, l'Entrepreneur doit utiliser des techniques telles que l'implantation de talus de retenue, de rigoles ou de fossés de dérivation perpendiculaires à la pente ou autres.

En milieu agricole, l'Entrepreneur doit réaliser les travaux de remise en état selon les présentes exigences contractuelles et selon les exigences de la section sur le *milieu agricole*.

## 21) RÉSERVOIRS ET PARC DE STOCKAGE DE PRODUITS PÉTROLIERS

L'Entrepreneur doit suivre les dispositions du *Règlement sur les produits pétroliers* pour la gestion de ses équipements et de ses produits pétroliers dans le cadre du contrat qui lui est alloué.

L'Entrepreneur doit être titulaire d'un *permis d'utilisation d'un équipement pétrolier à risque élevé* s'il installe ou utilise un réservoir hors sol de 10 000 litres ou plus de carburant diesel ou un réservoir de 2500 litres ou plus d'essence. Dans le cas d'un réservoir souterrain, ce permis est requis pour un réservoir de 500 litres ou plus de carburant diesel ou d'essence.

L'Entrepreneur doit faire vérifier par un vérificateur agréé ses équipements pétroliers lors de l'installation, du remplacement ou de l'enlèvement de ceux-ci. L'Entrepreneur doit aussi faire vérifier ses équipements pétroliers selon la fréquence et les modalités indiquées dans le règlement mentionné précédemment.

L'Entrepreneur doit manipuler les produits pétroliers de façon à prévenir et à maîtriser les fuites et les déversements. Ainsi, il doit garder en tout temps des substances absorbant les hydrocarbures sur les lieux d'entreposage ou d'utilisation de produits pétroliers. Lors d'un déversement de contaminants, l'Entrepreneur doit immédiatement appliquer son plan d'urgence.

L'Entrepreneur doit s'assurer que les contenants, les réservoirs portatifs et les réservoirs mobiles qu'il utilise soient conformes aux normes de fabrication spécifiées dans le *Règlement sur les produits pétroliers*. En plus des normes de fabrication, l'Entrepreneur doit aussi respecter les normes de localisation et d'installation pour les réservoirs hors sol et souterrains.

De façon générale, l'Entrepreneur qui installe un ou plusieurs réservoirs hors sol dont le volume totalise 5000 litres et plus doit munir le tout d'une digue étanche formant une cuvette de rétention autour du ou des réservoirs. Si la cuvette de rétention ne protège qu'un seul réservoir, elle doit être de capacité suffisante pour contenir un volume de liquides d'au moins 10 % supérieur à la capacité du réservoir. Si la cuvette de rétention protège plusieurs réservoirs, elle doit être de capacité suffisante pour contenir un volume de liquides au moins égal à la plus grande des valeurs suivantes : la capacité du plus gros réservoir plus 10 % de la capacité totale de tous les autres réservoirs ou la capacité du plus gros réservoir augmentée de 10 %.

L'Entrepreneur doit munir chaque camion citerne utilisé pour le transport de produits pétroliers d'au moins un extincteur à poudre chimique dont le pouvoir d'extinction totale est d'au moins 20 BC. De plus, un extincteur d'au moins 5 BC doit être installé dans son support et bien visible dans la cabine du camion ou attaché à l'extérieur de celle-ci.

## 22) SUBSTANCES APPAUVRISSENT LA COUCHE D'OZONE

L'Entrepreneur doit respecter le *Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone* des juridictions provinciale et fédérale pour tout travail sur des équipements contenant des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO), tels que les systèmes de réfrigération, de conditionnement d'air, de protection incendie, etc.

Pour tout travail sur des équipements contenant des CFC ou des HCFC, l'Entrepreneur doit utiliser une technique conforme au *Code de pratiques environnementales pour l'élimination des rejets dans l'atmosphère de fluorocarbures provenant des systèmes de réfrigération et de conditionnement de l'air* d'Environnement Canada.

Pour tout travail sur des équipements contenant des halons, l'Entrepreneur doit utiliser une technique conforme au *Code d'usages environnementaux sur les halons*, d'Environnement Canada.

L'Entrepreneur ne doit jamais relâcher de SACO (CFC, HCFC, halon ou autres) dans l'atmosphère.

L'Entrepreneur doit entreposer les SACO dans un contenant approprié et clairement étiqueté. L'étiquette doit identifier le type et la quantité de SACO, le nom de la firme accréditée et de son représentant effectuant les travaux et finalement la date de récupération.

L'Entrepreneur qui fournit, installe ou modifie des équipements contenant des SACO doit en identifier la nature et la quantité sur ceux-ci.

Lors de la mise hors service ou du démantèlement d'un système de protection incendie, l'Entrepreneur doit expédier les cylindres de halon vers l'une des banques de halon d'Hydro-Québec. L'Entrepreneur doit fournir au représentant d'Hydro-Québec une preuve que les SACO ont été acheminées au site autorisé.

L'Entrepreneur doit s'assurer que les produits qu'il utilise ne contiennent pas de (1,1,1) trichloroéthane (ou méthylchloroforme).

L'Entrepreneur doit acheminer les CFC et les HCFC récupérés vers la zone de récupération de matières dangereuses résiduelles d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit acheminer les solvants usés, les chiffons, les serviettes et autres absorbants souillés par une SACO vers la zone de récupération de matières dangereuses résiduelles d'Hydro-Québec.

L'Entrepreneur doit remettre une copie du registre d'intervention au représentant d'Hydro-Québec, après les travaux. Ce registre doit comprendre la description des travaux effectués, les appareils utilisés, les quantités de SACO récupérées, perdues ou remises dans l'appareil, la fiche signalétique de la SACO, la date des travaux, les coordonnées de la firme et de son représentant ayant effectué les travaux.

### **23) SAUTAGE À L'EXPLOSIF**

L'Entrepreneur doit obtenir au préalable tous les permis nécessaires pour la manutention et l'entreposage de dynamite. De plus, il doit respecter les lois et règlements en vigueur lors de la réalisation de ses travaux.

L'Entrepreneur doit utiliser des techniques de sautage et des mesures adéquates pour limiter la projection de roc et de débris uniquement à l'intérieur de l'aire autorisée pour ses travaux. Aucune projection de roc et de débris n'est autorisée dans un plan d'eau.

Tout dommage causé aux éléments à l'extérieur des limites des travaux doit être réparé à la satisfaction du représentant d'Hydro-Québec et aux frais de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur ne doit effectuer aucun sautage dans l'eau sans l'autorisation du représentant d'Hydro-Québec qui s'assure d'avoir les autorisations requises.

Pour le sautage en eau ou près de l'eau, l'Entrepreneur doit utiliser des procédés mécaniques ou électroniques pour éloigner les poissons. Le sautage doit avoir lieu dans les plus brefs délais après cette intervention pour éviter que les poissons ne reviennent sur les lieux.

L'Entrepreneur doit adopter des méthodes de sautage de manière à ne causer aucun dommage au milieu environnant, par exemple :

- lézardes ou fissures dans les ouvrages de génie civil, dans les conduites souterraines ainsi que dans les fondations des bâtiments;
- fissuration du tubage d'un puits ou modification du réseau d'écoulement de l'eau souterraine, ce qui peut réduire le débit du puits ou même le tarir, ou permettre à des contaminants de s'y introduire;
- bruits gênants pour les résidants, pour la faune ou pour certains types d'exploitation comme les élevages.



# C

## Méthodes – Sensibilité des berges à l'érosion

- Objectifs
- Méthodes
- Résultats
- Références
- Carte C-1 : Dépôts de surface et zones actives
- Carte C-2 : Zones homogènes





## **C.1 Objectifs**




L'étude et la classification des berges du futur réservoir selon leur composition et leur morphologie ont pour but de déterminer leur sensibilité aux divers agents et processus d'érosion qui se manifesteront sur le pourtour du nouveau plan d'eau. Elles permettent d'évaluer de façon globale l'évolution de ces berges dans les mois et les années qui suivront le remplissage du réservoir.

## **C.2 Méthodes**

La méthode de caractérisation utilisée (voir la figure C-1) pour définir la sensibilité des berges à l'érosion est largement inspirée de la spécification technique normalisée d'Hydro-Québec (1993). Cette méthode tient compte de la nature et de l'épaisseur des matériaux qui formeront les berges du réservoir, ainsi que de la pente, en plus de fournir de l'information sur leur hauteur. Les segments de berge homogènes ont été délimités par photo-interprétation à l'aide de photographies aériennes à l'échelle de 1 : 15 000 datant de 1987. Des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 5 000 (équidistance des courbes de niveau de 2 m) ont permis de préciser l'interprétation des pentes. De plus, on a survolé en hélicoptère l'ensemble des berges du réservoir projeté et effectué de nombreuses vérifications au sol concernant la nature des matériaux et les pentes.

La classification utilisée (voir les tableaux C-1 et C-2) distingue les berges présentant une sensibilité faible, une sensibilité moyenne ou une sensibilité forte des berges dont la sensibilité est considérée nulle ou négligeable. Le degré de sensibilité des berges dépend, bien sûr, de la nature des matériaux et de la pente, mais également de la largeur du réservoir et du degré d'exposition aux vents et aux agents d'érosion (vagues et courants).

Figure C-1 : Légende – Sensibilité à l'érosion des berges du réservoir projeté

<b>AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE LA PÉRIBONKA</b>		
<b>Sensibilité à l'érosion en bordure du réservoir Péribonka</b>		
<b>Géomorphologie des berges</b>		
Classe de matériaux	Hauteur des berges	Pente des berges
<b>R</b> : >80% de roc	<b>1</b> : < 2 m	<b>A</b> : < 5°
<b>T</b> : Till	<b>2</b> : 2 à 10 m	<b>B</b> : 5 à 14°
<b>T-SG</b> : Till, et sable et gravier indifférenciés	<b>3</b> : 11 à 20 m	<b>C</b> : 15 à 25°
<b>SG</b> : Sable et gravier	<b>4</b> : > 20 m	<b>D</b> : > 25°
<b>S-SG</b> : Sable, et sable et gravier indifférenciés		
<b>S</b> : Sable		
<b>Pt</b> : Tourbe		
<b>B</b> : Blocs		
<b>Superposition et épaisseur des couches :</b>		
Couche de moins de 2 m d'épaisseur	ex.: $\frac{Sm}{R}$	
Couche de 2 à 6 m d'épaisseur	ex.: $\frac{S}{R}$	
Couche de plus de 6 m d'épaisseur	ex.: <b>S</b>	
<b>Exemple de symboles combinés :</b>		
$\frac{R+Sm}{R}$	: 50 à 80% de roc à nu avec placages de sable mince	
/	: Limite des segments de berge	
<b>Sensibilité à l'érosion</b>		
	: Forte	
	: Moyenne	
	: Faible	

Le tableau C-1 présente la sensibilité des berges à l'érosion dans les parties larges du réservoir projeté (largeur comprise entre 0,5 et 2,2 km). Celles-ci sont situées entre le PK 151,8 et le PK 171,5 de la rivière Péribonka, et entre le PK 179 et le PK 180,5.

**Tableau C-1 : Sensibilité des berges à l'érosion dans les parties larges du réservoir projeté**

Matériaux des berges <sup>a</sup>		Pente			
Principaux	Secondaires	A (< 5°)	B (5-14°)	C (15-25°)	D (> 25°)
Roc	R, R+Tm/R, R+B, B/R, Tm/R, SGm/R, Sm/R	—	—	—	—
Till	T, T-SG, T/R, Sm/T, SGm/T	—	—	Faible	Moyenne
SG	SG, S-SG, S-SG/R, SG/R, SG/T	—	Faible	Faible	Moyenne
S	S, S/R, S/T, Ptm/S	Faible	Moyenne	Forte	Forte

a. La signification des abréviations est donnée à la figure C-1.

Le tableau C-2 présente la sensibilité des berges à l'érosion dans les parties étroites du réservoir projeté (largeur inférieure à 0,5 km). Celles-ci sont situées entre le PK 171,5 et le PK 187,1 de la rivière Péribonka (à l'exception du tronçon compris entre le PK 179 et le PK 180,5) et dans certains bras de la vallée de la rivière au Serpent.

**Tableau C-2 : Sensibilité des berges à l'érosion dans les parties étroites du réservoir projeté**

Matériaux des berges <sup>a</sup>		Pente			
Principal	Secondaires	A (< 5°)	B (5-14°)	C (15-25°)	D (> 25°)
Roc	R, R+Tm/R, R+B, B/R, Tm/R, SGm/R, Sm/R	—	—	—	—
Till	T, T-SG, T/R, Sm/T, SGm/T	—	—	—	Faible
SG	SG, S-SG, S-SG/R, SG/R, SG/T	—	—	Faible	Faible
S	S, S/R, S/T, Ptm/S	—	Faible	Moyenne	Forte

a. La signification des abréviations est donnée à la figure C-1.

### C.3 Résultats

Le fond des vallées est recouvert d'épaisseurs considérables de sédiments sableux, sablo-graveleux et silto-argileux d'origine fluvioglaciaire et marine (voir la carte C-1 et le tableau C-3). On a subdivisé le tronçon de la rivière Péribonka à l'étude en six zones homogènes sur la base de caractéristiques morphologiques et sédimentologiques : pente du cours d'eau, composition des berges et des talus riverains, importance de l'érosion, etc. (voir la carte C-2). Deux zones additionnelles caractérisent les tronçons de la rivière Manouane et les tronçons de la rivière au Serpent compris dans la zone d'influence. Cette subdivision fournit un portrait détaillé de la sensibilité des berges. Les principales caractéristiques des zones homogènes sont résumées au tableau C-4.

Tableau C-3 : Composition des berges

Secteur	Composition des berges								
	Roc		Sable et gravier		Sable		Silt argileux		
	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)	
<b>Rivière Péribonka</b>									
Aval du barrage projeté (du PK 87 au PK 151,8)	6,5	5	15,9	12	105,1	80	3,9	3	
Amont du barrage projeté (du PK 151,8 au PK 190)	28,3	36	32,4	42	15,2	20	1,4	2	
<b>Total rivière Péribonka</b>	<b>34,8</b>	<b>17</b>	<b>48,3</b>	<b>23</b>	<b>120,3</b>	<b>57</b>	<b>5,3</b>	<b>3</b>	
<b>Rivière au Serpent (11 derniers kilomètres)</b>	<b>9,5</b>	<b>45</b>	<b>8,7</b>	<b>42</b>	<b>2,8</b>	<b>13</b>	—	—	
<b>Rivière Manouane (10 derniers kilomètres)</b>	<b>4,6</b>	<b>19</b>	<b>17,8</b>	<b>73</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	—	—	

**Tableau C-4 : Description des zones homogènes**

<b>Rivière Péribonka</b>
<p><b>Zone 1 (du PK 87 au PK 97)</b></p> <p>Lit étroit et vitesses d'écoulement très faibles, le niveau d'eau étant déterminé par le bief amont de la centrale de la Chute-du-Diable ; talus et berges composés surtout de matériaux sablo-graveleux peu sensibles à l'érosion. Érosion très limitée sur une longueur totale de 300 m, présente uniquement en rive gauche.</p>
<p><b>Zone 2 (du PK 97 au PK 151,8)</b></p> <p>Lit très large et peu profond ; pente longitudinale très faible ; nombreuses îles d'alluvions sableuses ; talus et berges composés à plus de 90 % de sable facilement érodable ; présence très localisée de silt argileux sur la berge. Érosion touchant 5,7 % des berges, principalement en rive gauche, en raison de l'exposition aux vents dominants de l'ouest.</p>
<p><b>Zone 3 (du PK 151,8 au PK 171)</b></p> <p>Lit relativement étroit entaillé dans les matériaux sableux devenant sablo-graveleux vers l'amont ; vitesses d'écoulement réduites, augmentant vers l'amont ; berges surtout sablo-graveleuses (52 %) et sableuses (30 %). Talus en érosion sur 1,6 km (4,1 % des berges).</p>
<p><b>Zone 4 (du PK 171 au PK 181,4)</b></p> <p>Lit étroit ; profil en long accentué, vitesses d'écoulement élevées et présence de rapides ; talus et berges dominés par le roc et les matériaux grossiers (gravier, cailloux et blocs) peu sensibles. Aucune érosion perceptible.</p>
<p><b>Zone 5 (du PK 181,4 au PK 188,6)</b></p> <p>Lit relativement étroit ; profil en long globalement peu incliné et vitesses d'écoulement assez faibles ; talus majoritairement sableux et sablo-graveleux ; berges composées de roc (49 %), de sable et gravier (27%) et de sable (24 %). Aucune érosion perceptible.</p>
<p><b>Zone 6 (du PK 188,6 au PK 190)</b></p> <p>Profil en long très incliné ; débit réduit car la zone se situe à l'amont de la sortie de la galerie de fuite de la centrale de la Chute-des-Passes ; talus et berges essentiellement rocheux. Aucune érosion perceptible.</p>
<b>Rivière au Serpent</b>
<p><b>Zone 7 (les 11 derniers kilomètres de son cours)</b></p> <p>Lit étroit et généralement peu profond ; profil en long accentué et vitesses d'écoulement élevées ; cours d'eau encaissé successivement (de l'amont vers l'aval) dans le roc, le till, le sable et gravier puis le sable formant de hautes terrasses ; berges dominées par le roc (45 %), les matériaux sablo-graveleux (42 %) et, vers l'embouchure, par le sable (13 %) ; blocs fréquents sur les rives. Érosion limitée, sur une longueur totale de 0,6 km (2,9 % des berges).</p>
<b>Rivière Manouane</b>
<p><b>Zone 8 (les 10 derniers kilomètres de son cours)</b></p> <p>Lit généralement large et peu profond ; pente longitudinale relativement faible ; nombreuses îles d'alluvions sablo-graveleuses contribuant à augmenter les vitesses d'écoulement ; talus composés principalement de sable et gravier et de sable ; berges surtout sablo-graveleuses (73 %), mais aussi rocheuses (19 %) et sableuses (8 %). Érosion relativement importante touchant 9,4 % des berges, essentiellement en rive droite ; vitesse de recul de l'ordre de 1 m/an, mesurée dans un haut talus de sable situé en rive droite, à 3 km de l'embouchure.</p>

## C.4 Références

- COMMISSION DES EAUX COURANTES DU QUÉBEC. 1931. *Rivière Péribonka, Projet de barrage Réservoir du Grand Rapide. Plan et profil de la partie comprise entre le 53<sup>e</sup> et le 110<sup>e</sup> mille à partir de l'embouchure de la rivière.*
- HYDRO-QUÉBEC. 2000. *Dérivation partielle de la rivière Manouane. Régimes hydrologiques, hydrodynamiques et faciès fluviaux (section 5.2). Rapport d'avant-projet.* Montréal, Hydro-Québec.
- HYDRO-QUÉBEC. 1993. *Spécification technique normalisée, photo-interprétation des dépôts de surface.* Montréal, Hydro-Québec. 35 p.
- LASALLE, P., et G. TREMBLAY. 1978. *Dépôts meubles Saguenay—Lac-Saint-Jean.* Rapport géologique n° 191. Québec, ministère des Richesses naturelles du Québec. 61 p.
- LAURIN, A. F., et K. N. M. SHARMA, 1975. *Région des rivières Mistassini, Péribonca, Saguenay (Grenville 1965-1967).* Rapport géologique n° 161. Québec, ministère des Richesses naturelles du Québec. 103 p.

# D

## Méthodes – Hydraulique et hydrologie

- Objectifs de l'étude
- Modèle unidimensionnel d'écoulement
- Modèle bidimensionnel d'écoulement
- Carte D-1 : Points géodésiques et stations hydrométriques
- Planche D-1 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 151,5 – PK 142,3
- Planche D-2 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 140,5 – PK 128,25
- Planche D-3 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 127,4 – PK 101,55
- Planche D-4 : Sections transversales de la rivière Péribonka – PK 95,7 – PK 87,5





## **D.1 Objectifs de l'étude**

L'étude d'hydraulique en rivière avait pour objectif de présenter les vitesses d'écoulement, les niveaux d'eau, le marnage et les débits sur le tronçon de la rivière Péribonka situé entre le PK 87 (limite d'amont du réservoir de la Chute du Diable) et le PK 188 (canal de fuite de la centrale de la Chute-des-Passes). Cette caractérisation devait se faire pour les états actuel et futur. Le tronçon de rivière entre la centrale de la Chute-des-Passes et le PK 179 n'a pas été modélisé étant donné qu'il est constitué principalement de rapides, et qu'il contribue peu à l'atténuation des variations du débit. On n'a donc pas jugé utile d'en tenir compte. Les stations hydrométriques sont montrées sur la carte D-1.

On a utilisé pour ce faire deux modèles mathématiques. Le premier couvre l'ensemble du tronçon et utilise une méthode de calcul à une dimension. Le second porte sur la zone de confluence de la Manouane avec la Péribonka, là où doit être situé le canal de fuite de la future centrale, et utilise une méthode de calcul à deux dimensions. Ils sont présentés ci-dessous.

## **D.2 Modèle unidimensionnel d'écoulement**

Le modèle unidimensionnel d'écoulement a été utilisé pour modéliser le tronçon de la Péribonka compris entre le PK 87 et le PK 179.

### **D.2.1 Objectifs**

Les conditions d'écoulement dans la rivière Péribonka ont été modélisées en régime permanent et en régime transitoire afin de prévoir les variations du niveau d'eau, du débit et de la vitesse d'écoulement pour les conditions d'exploitation actuelles et futures.

### **D.2.2 Domaine, conditions aux frontières et données de base**

La zone modélisée est le tronçon de la rivière Péribonka compris entre le PK 179, situé à 9 km en aval du canal de fuite de la centrale de la Chute-des-Passes, et le PK 87, qui représente la limite amont du réservoir de la Chute du Diable. La portion en amont de la centrale projetée a été intégrée à la modélisation afin de représenter comment les variations de débit qui se produisent aujourd'hui à l'aménagement de la Chute-des-Passes s'atténuent vers l'aval.

Au total, 80 sections d'écoulement ont été intégrées au modèle, dont 40 se situent en amont de la future centrale et 40, en aval.

Le domaine est représenté par une condition à la frontière aval, qui est le niveau du réservoir de la Chute du Diable, et trois conditions à l'amont, qui sont les débits des

affluents principaux : débit total de la rivière Péribonka à la hauteur du PK 179, débit de la rivière au Serpent et débit de la rivière Manouane.

L'étalonnage du modèle se fait en ajustant le coefficient de rugosité de Manning ( $n$ ). Dans la rivière Péribonka, on a obtenu par étalonnage des valeurs de  $n$  variant de 0,023 à 0,030. La rivière Péribonka, surtout en aval du confluent de la rivière Manouane, est profonde et coule sur un substrat plutôt fin, deux facteurs qui contribuent à réduire la résistance à l'écoulement et qui résultent en de faibles valeurs du coefficient de Manning. On vérifie par la suite la capacité du modèle à simuler les conditions transitoires en reproduisant le niveau d'eau au confluent de la Manouane à partir de variations de débits réels à la centrale de la Chute-des-Passes. Les données utilisées proviennent d'un limnimètre.

### D.2.3 Logiciel

On a utilisé le logiciel Hec-Ras 3.0 pour les calculs en régime permanent et en régime transitoire. Le modèle a été étalonné à l'aide du module permanent du logiciel.

Le mode de calcul en régime permanent de ce logiciel utilise la méthode dite *Standard Step*, comme le faisait antérieurement le logiciel HEC-2. Le logiciel Hec-Ras 3.0, qui a été mis au point par le Hydrologic Engineering Center du U.S. Corps of Engineers, permet de calculer les caractéristiques d'un écoulement considéré comme unidimensionnel.

Les principales hypothèses de calcul des courbes de remous sont les suivantes :

- l'écoulement est unidimensionnel, c'est-à-dire que la vitesse et le niveau d'eau sont constants sur une section transversale perpendiculaire au sens de l'écoulement ;
- les effets du frottement et de la turbulence due à la rugosité sont représentés par la formule de Manning ;
- l'écoulement est permanent, c'est-à-dire qu'à tout endroit déterminé, le débit et le niveau ne varient pas dans le temps.

Les données de base utilisées pour l'étalonnage du modèle mathématique sont les suivantes :

- sections transversales mesurées ;
- débits ;
- niveaux d'eau mesurés (ligne d'eau).

Le mode de calcul en régime transitoire résout les équations de Saint-Venant, et l'équation de Manning décrit les forces de frottement. Cela permet de représenter la propagation d'onde et de prendre en considération les effets dus au frottement, au volume utile ou à la présence d'obstacles.

Le domaine géométrique est défini par des sections perpendiculaires au sens de l'écoulement. L'étalonnage a été fait pour le débit au moment des mesures de la ligne d'eau. Le débit au moment de la mesure des sections a été calculé à partir du débit turbiné à la centrale de la Chute-des-Passes et du débit provenant du bassin intermédiaire. Ce dernier a été estimé à partir des débits mesurés sur la rivière Manouane et la rivière au Serpent, et des superficies des bassins versants.

### D.3 Modèle bidimensionnel d'écoulement

Le modèle bidimensionnel d'écoulement a été utilisé pour modéliser la zone de confluence des rivières Manouane et Péribonka.

#### D.3.1 Objectifs

On a mené une étude de modélisation bidimensionnelle des écoulements à surface libre pour la zone de confluence des rivières Péribonka et Manouane afin de prévoir si les changements apportés aux directions d'écoulement auraient un impact sur le régime d'érosion. La zone modélisée comprend les 1 200 derniers mètres de la rivière Manouane, un tronçon de 1 000 m de la rivière Péribonka en amont du point de confluence et un tronçon de 2 000 m, en aval. On a porté une attention toute particulière à la grande pointe de sable boisée, en rive gauche, et, dans la partie aval de la zone étudiée, à la zone de hauts-fonds située au centre de la rivière et aux îles en rive gauche.

#### D.3.2 Cas étudiés

On a étudié cinq cas que l'on a comparés aux conditions actuelles :

- **Cas n° 1** — Conditions de début d'envolement de la pointe de sable en rive gauche en conditions naturelles.
- **Cas n° 2** — Dérivation provisoire au débit de conception avec trois débits pour la Manouane : débit moyen de mai de 263 m<sup>3</sup>/s, débit moyen de novembre de 55 m<sup>3</sup>/s et débit de crue de printemps à récurrence de 40 ans de 1 172 m<sup>3</sup>/s.
- **Cas n° 3** — Exploitation normale de la centrale projetée à un débit maximal, contribution de la rivière Manouane et faibles débits à l'évacuateur de crues (débit total des deux rivières de 685 à 955 m<sup>3</sup>/s). Ces cas sont comparés aux conditions actuelles.
- **Cas n° 4** — Passage de fortes crues (crues de 1 341 à 3 800 m<sup>3</sup>/s, crue historique et crues statistiques à récurrence de 20 ans et de 100 ans). Les résultats sont comparés aux conditions actuelles afin d'évaluer l'impact sur le haut-fond, sur la rive gauche de la Péribonka et sur les îles.
- **Cas n° 5** — Arrêt de la centrale avec combinaison de débits provenant de la Manouane et de l'évacuateur de crues (débit total de 685 à 2 804 m<sup>3</sup>/s).

### D.3.3 Domaine, conditions aux frontières et données de base

#### D.3.3.1 Données de base

Les données de base suivantes ont servi à la modélisation bidimensionnelle de l'écoulement :

- cartes topographiques à l'échelle de 1 : 5 000 et de 1 : 20 000 ;
- relevés bathymétriques (2001 et 2002) ;
- mesures des vitesses d'écoulement (mai 2002) ;
- mesure des profondeurs d'eau (mai 2002) ;
- niveau d'eau mesuré en continu à l'amont et à l'aval (stations limnimétriques PERI0717, PERI0728 et MANO0716) ;
- plan d'aménagement du projet, profils et coupes des ouvrages.

#### D.3.3.2 Domaine d'étude

La zone modélisée comprend les 1 200 derniers mètres de la rivière Manouane, un tronçon de 1 000 m de la rivière Péribonka en amont du point de confluence et un tronçon de 2 000 m, en aval. Pour les besoins de la modélisation, le domaine a été découpé en mailles carrées de 3 m de côté.

#### D.3.3.3 Conditions aux frontières

En conditions naturelles, le modèle comporte trois frontières ouvertes, soit le débit aux limites amont de la rivière Péribonka et de la rivière Manouane et le niveau à la limite aval du domaine à l'étude. Pour cette dernière condition, on a utilisé un niveau uniforme sur toute la frontière.

Puisque la campagne de jaugeage n'a pas permis de mesurer les débits pour toute la gamme des débits possibles, la relation niveau-débit utilisée à la limite aval a été obtenue à partir des calculs du modèle unidimensionnel. Les relations suivantes ont été utilisées :

- pour un débit variant de 50 à 800 m<sup>3</sup>/s :  $Q = 111,8064 (Niveau - 171,68)^{1,6599}$  ;
- pour un débit supérieur ou égal à 800 m<sup>3</sup>/s :  $Q = 165,5052 (Niveau - 172,38)^{1,6669}$  ;

où  $Q$  est le débit en m<sup>3</sup>/s.

### **D.3.4 Logiciel**

La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel MIKE 21 développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI). Le module hydrodynamique de ce logiciel permet de résoudre par différences finies les équations de continuité et de quantité de mouvement décrivant les écoulements à surface libre. La vitesse en un point donné est intégrée sur la verticale. La bathymétrie de la zone d'étude est discrétisée selon un maillage à cellules rectangulaires.

Les principales hypothèses de modélisation bidimensionnelle sont les suivantes :

- la pression est hydrostatique, les accélérations verticales sont négligeables et la densité du fluide est homogène ;
- les effets du frottement et de la turbulence due à la rugosité sont représentés par la formule de Manning.



# E

## **Méthodes – Régime thermique et régime des glaces**

- Objectifs
- Domaine, conditions aux frontières et données de base
- Méthodes de calcul





## E.1 Objectifs

L'objectif de l'étude sur le régime thermique et le régime des glaces est de caractériser le régime thermique de l'eau de la rivière Péribonka avant et après la réalisation du projet, et son effet sur les couvertures de glace dans la rivière. L'étude évalue la différence entre l'état actuel et l'état futur sur la base de considérations et de calculs qui sont les mêmes pour les deux états, sauf pour le tronçon allant du PK 151,5 au PK 181, qui est à caractère fluvial dans l'état actuel et qui sera en réservoir dans l'état futur.

## E.2 Domaine, conditions aux frontières et données de base

### E.2.1 Domaine

L'étude du régime thermique et du régime des glaces porte sur la totalité de la rivière Péribonka, depuis le PK 189 (canal de fuite de la centrale de la Chute-des-Passes) jusqu'à son embouchure dans le lac Saint-Jean. Ce domaine a été séparé en cinq zones distinctes, chacune ayant sa propre méthode de calcul.

- **Tronçon compris entre le PK 189 et le PK 181** — Tronçon en rivière se trouvant entre le canal de fuite de la centrale de la Chute-des-Passes et la limite d'influence thermique du réservoir projeté. Ce tronçon a été étudié par calcul à l'aide du logiciel H1D 4.00 (régime fluvial) et il ne présente pas de différences entre l'état actuel et l'état futur.
- **Tronçon compris entre le PK 181 et le PK 151,5** — Tronçon qui sera ennoyé par le futur réservoir et dont la limite aval coïncide avec le canal de fuite de la centrale projetée. Il se caractérise par un régime fluvial dans l'état actuel (logiciel H1D 4.00), et par un régime de réservoir dans l'état futur (logiciel RESTHERM 4.09).
- **Tronçon compris entre le PK 151,5 et le PK 87** — Tronçon fluvial représenté à l'aide du logiciel H1D 4.00.
- **Tronçon compris entre le PK 87 et le PK 44** — Réservoir de la Chute du Diable étudié au moyen du logiciel RESTHERM 4.09. La seule différence entre l'état actuel et l'état futur est la température de l'eau qui entre par l'amont.
- **Tronçon compris entre le PK 44 et le lac Saint-Jean** — Tronçon qui va de l'aval de la centrale de la Chute-du-Diable à l'embouchure de la Péribonka dans le lac Saint-Jean. Il comprend, notamment, l'aménagement de la Chute-à-la-Savane. Pour cette partie du domaine, l'évaluation a été qualitative.

Pour l'état actuel, la température de l'eau à la limite amont du domaine correspond à la température mesurée à la sortie de la centrale de la Chute-des-Passes. Pour l'état futur, la température de l'eau est la température à la sortie de la future centrale, calculée avec le logiciel RESTHERM 4.09. On a également pris en considération l'effet des apports des principaux tributaires (rivière Manouane et rivière au Serpent) sur la température de l'eau.

## E.2.2 Conditions aux frontières

Les conditions aux frontières sont les séries horaires suivantes reconstituées sur une période de 15 mois :

- débit total de la centrale de la Chute-du-Diable à la frontière aval ;
- débit total et température de l'eau aux trois affluents du domaine, soit la rivière Péribonka au PK 189, la rivière au Serpent et la rivière Manouane ;
- transfert de chaleur par la surface de l'eau précalculé à partir de séries de données météorologiques (température de l'air, point de rosée, vitesse du vent et ennuagement).

## E.2.3 État initial

Le calcul portant sur une période qui débute le 1<sup>er</sup> janvier, on a utilisé une épaisseur de glace initiale de 0,1 m recouverte de 0,03 m de neige. On a évalué le profil vertical initial de la température de l'eau à partir des résultats de calculs préliminaires portant sur la fin de l'année représentée.

## E.2.4 Données de base

Les études et analyses reposaient sur les données de base suivantes :

- température de l'eau mesurée à une fréquence horaire aux PK 150,6, 152, 188,4, 188,9 et 189 de la rivière Péribonka, aux PK 7,0, 93,2 et 97,0 de la rivière Manouane, et au PK 2,2 de la rivière au Serpent ;
- température de l'air, point de rosée, vitesse du vent et ennuagement mesurés aux stations météorologiques de Roberval et de Bagotville d'Environnement Canada ;
- série de données hydrologiques du débit total reconstitué à l'emplacement de la future centrale, au confluent de la rivière au Serpent et au confluent de la rivière Manouane ;
- relevés bathymétriques sur la rivière Péribonka (on a utilisé les mêmes sections bathymétriques que pour les calculs de l'écoulement transitoire).

## E.3 Méthodes de calcul

Pour les tronçons de type fluvial, soit du PK 189 au PK 87 dans l'état actuel et du PK 151,5 au PK 87 dans l'état futur, le calcul s'effectue d'amont en aval sur les sections relevées en rivière.

Pour les tronçons en réservoir, soit du PK 44 au PK 87 dans l'état actuel et dans l'état futur (réservoir de la Chute du Diable) et du PK 151,5 au PK 189 dans l'état futur (réservoir projeté), on représente le réservoir par une suite de tranches horizontales entre lesquelles on répartit le débit et la chaleur.

La jonction entre les sous-domaines a été faite par transfert du débit et de la température de l'eau d'un sous-domaine à l'autre, les résultats de calcul de la frontière aval de l'un devenant la condition à la frontière amont du suivant.

### **E.3.1 Calcul du régime thermique en rivière**

Le régime thermique des tronçons de type fluvial a été étudié à l'aide du logiciel H1D 4.00. Ce logiciel permet de reproduire le régime transitoire d'écoulement le long d'un cours d'eau à partir des sections transversales et des conditions hydrauliques aux frontières utilisées pour l'étude d'hydraulique fluviale décrite plus haut. Il permet aussi de représenter le régime transitoire de la température de l'eau, qui est concomitant au régime hydraulique, par un calcul de la convection de la température de l'eau le long de l'écoulement. Ce calcul respecte les lois de conservation du volume d'eau et de la chaleur, et tient compte des apports de chaleur par les frontières amont et par la surface du plan d'eau.

Le logiciel H1D 4.00 a été mis au point par Hydro-Québec et il utilise les mêmes algorithmes de base que le logiciel One-D d'Environnement Canada.

### **E.3.2 Calcul du régime thermique en réservoir**

Le régime thermique des tronçons en réservoir a été étudié à l'aide du logiciel RESTHERM 4.09. Avec ce logiciel, le réservoir est représenté par une suite de couches d'égale épaisseur. Chaque couche est caractérisée par les valeurs suivantes :

- température de l'eau ;
- superficie ;
- fraction du débit entrant dans le réservoir ;
- fraction du débit soutiré aux exutoires du réservoir ;
- fraction des échanges thermiques à la surface ;
- fraction de l'énergie du vent à la surface.

Le bilan hydrique et thermique des échanges entre chacune des couches s'effectue selon un pas de temps variable, et l'état du calcul est enregistré à une cadence journalière.

Un critère empirique détermine le moment où la couverture de glace se forme. Celle-ci épaisse ensuite en fonction du nombre de degrés-jours de gel. On utilise les observations couplées aux bilans des échanges thermiques pour prédire son amincissement et sa disparition au printemps.

L'état initial est donné par un niveau piézométrique de l'eau, une épaisseur de glace, une épaisseur de neige (si l'état initial du calcul le demande) et un profil vertical de la température de l'eau dans le réservoir.



# F

## Méthodes – Qualité de l'eau

- Objectifs
- Méthodes
- Résultats
- Références



## F.1 Objectifs

L'aménagement hydroélectrique de la rivière Péribonka provoquera l'enneigement d'environ 26 km<sup>2</sup> de milieu terrestre, ce qui pourrait entraîner la modification de certains paramètres de la qualité de l'eau dans la portion aval de la rivière. La présente étude a pour but d'effectuer une caractérisation générale afin de documenter l'état initial de la qualité de l'eau.

Quatre campagnes de la qualité de l'eau ont été réalisées dans la rivière Péribonka et ses deux principaux tributaires, soit la rivière Manouane et la rivière au Serpent. En tout, 27 paramètres physico-chimiques ont été analysés en laboratoire et six paramètres physico-chimiques ont été mesurés *in situ*.

## F.2 Méthodes

### F.2.1 Périodes d'échantillonnage

L'échantillonnage de la qualité de l'eau du bassin de la rivière Péribonka a été réalisé selon le protocole du Réseau de suivi environnemental au complexe La Grande (SOMER, 1992). Les relevés ont été réalisés au cours de quatre campagnes de terrain en fonction des périodes suivantes :

- une campagne hivernale sous couverture de glace (lorsque présente) pour caractériser l'étiage d'hiver (14 mars 2002) des rivières Manouane et au Serpent ainsi que la période de fort débit de la rivière Péribonka ;
- une campagne printanière pour caractériser la période de crue de la rivière Manouane et de la rivière au Serpent et le retournement des eaux des lacs du bassin versant de la rivière Péribonka (9 mai 2002) ainsi que la période de faible débit de la rivière Péribonka ;
- une campagne estivale pour caractériser l'étiage d'été (31 juillet 2002) de la rivière Manouane et de la rivière au Serpent ainsi que la période de température élevée de la rivière Péribonka ;
- une campagne automnale pour caractériser la crue d'automne (22 octobre 2002) de la rivière Manouane et de la rivière au Serpent ainsi que la période de débit moyen de la rivière Péribonka.

Durant la campagne d'échantillonnage hivernale, la portion amont de la rivière Péribonka était libre de glace, tandis que la surface de la rivière au Serpent et de la rivière Manouane était partiellement gelée. Au moment des relevés, le débit de la rivière Péribonka était de 556 m<sup>3</sup>/s, le débit de la rivière au Serpent, de 17 m<sup>3</sup>/s, et le débit de la rivière Manouane, de 35 m<sup>3</sup>/s.



Durant la crue printanière, ces débits atteignaient respectivement 160, 140 et 300 m<sup>3</sup>/s, alors qu'en période d'étiage estival ils étaient de 365, de 45 et de 95 m<sup>3</sup>/s. La dernière campagne a été réalisée le 22 octobre 2002, en période de crue d'automne, au moment où le débit de la Péribonka était de 450 m<sup>3</sup>/s, le débit de la rivière au Serpent, de 70 m<sup>3</sup>/s et le débit de la rivière Manouane, de 140 m<sup>3</sup>/s.

## F.2.2 Emplacement des stations et logistique

On a en tout établi quatre stations : deux sur la rivière Péribonka, à l'amont et à l'aval du barrage projeté, une sur la rivière au Serpent et une sur la rivière Manouane.

La station amont de la rivière Péribonka (PR017) était située dans la zone du futur réservoir où la profondeur de l'eau devrait atteindre près de 70 m et où les caractéristiques physico-chimiques de celle-ci pourraient être modifiées. Cette station est située à 2 km en amont du confluent de la rivière au Serpent (voir le tableau F-1). La station aval de la rivière Péribonka (PR016) était située à 5 km en aval du confluent de la rivière Manouane. Cette station devait permettre de caractériser la qualité du mélange d'eau des deux rivières. Le 31 juillet, en période d'étiage, on a placé cette station plus en aval, soit au PK 105, afin de s'assurer que le mélange des eaux provenant des deux rivières est homogène.

Une troisième station était située dans la rivière au Serpent (PR019) à environ 4,0 km de l'embouchure (voir le tableau F-1). Cette station devait être représentative des eaux d'un tributaire de la rivière Péribonka dont la portion aval sera envoyée et englobée dans le futur réservoir.

Une dernière station était située dans la rivière Manouane (PR018) à environ 2,7 km de l'embouchure (voir le tableau F-1). La rivière Manouane est un tributaire important du bassin de la rivière Péribonka. La qualité de l'eau de cette rivière ne sera pas modifiée par l'aménagement projeté.

En raison de l'inaccessibilité du plan d'eau et pour des motifs de sécurité, les prélèvements de la campagne d'hiver aux stations PR017 et PR016 de la rivière Péribonka ont été effectués depuis les flotteurs de l'hélicoptère ayant servi au transport des analystes. Les prélèvements des stations de la rivière au Serpent et de la rivière Manouane ont dû être effectués dans les zones libres de glace et à partir de la rive vu la présence du frasil et la fragilité de la glace à certains endroits. Les autres prélèvements ont été effectués approximativement au centre de la rivière, dans la partie la plus profonde de la section, à partir d'un canot pneumatique.

Tableau F-1 : Stations visitées durant la campagne de qualité de l'eau sur la rivière Péribonka (2002)

Station d'Hydro-Québec	Date	Numéro de laboratoire <sup>a</sup>	Emplacement	Coordonnées (WGS 84)		Remarque
				Longitude ouest	Latitude nord	
PR016	2002-03-14	Station n° 5	Rivière Péribonka aval, PK 145	71,19080°	49,45221°	Triplicata
	2002-05-09	Station n° 9	Rivière Péribonka aval, PK 145	71,19080°	49,45221°	
	2002-05-09	Station n° 10	Rivière Péribonka aval, PK 145	71,19080°	49,45221°	Fantôme
	2002-07-31	Station n° 15	Rivière Péribonka aval, PK 105	71,27548°	49,09753°	
	2002-10-22	Station n° 20	Rivière Péribonka aval, PK 105	71,27548°	49,09753°	
PR017	2002-03-14	Station n° 2	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	Fantôme
	2002-03-14	Station n° 3	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	
	2002-05-09	Station n° 7	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	Triplicata
	2002-07-31	Station n° 12	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	
	2002-07-31	Station n° 13	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	Fantôme
	2002-10-22	Station n° 17	Rivière Péribonka amont, PK 160,5	71,20085°	49,57446°	
PR018	2002-03-14	Station n° 4	Rivière Manouane, PK 2,7	71,15399°	49,51749°	
	2002-05-09	Station n° 8	Rivière Manouane, PK 2,7	71,15399°	49,51749°	
	2002-07-31	Station n° 14	Rivière Manouane, PK 2,7	71,15399°	49,51749°	
	2002-10-22	Station n° 18	Rivière Manouane, PK 2,7	71,15399°	49,51749°	
	2002-10-22	Station n° 19	Rivière Manouane, PK 2,7	71,15399°	49,51749°	
PR019	2002-03-14	Station n° 1	Rivière au Serpent, PK 4,0	71,23863°	49,58434°	Triplicata
	2002-05-09	Station n° 6	Rivière au Serpent, PK 4,0	71,23863°	49,58434°	
	2002-07-31	Station n° 11	Rivière au Serpent, PK 4,0	71,23863°	49,58434°	
	2002-10-22	Station n° 16	Rivière au Serpent, PK 4,0	71,23863°	49,58434°	

a. Correspond au numéro des échantillons donnés au laboratoire PSC Services analytiques et dans la banque Qualité de l'eau H.-Q.

### F.2.3 Paramètres *in situ*

Des mesures *in situ* ont été prises à toutes les stations lors des quatre campagnes de terrain. Les paramètres mesurés incluaient :

- la température (°C) ;
- la conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ;
- l'oxygène dissous (concentration :  $\text{mg}/\text{L}$  ; saturation : %) ;
- le pH ;
- la transparence (m), lorsque possible.

Les quatre premiers paramètres ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi-paramètres (DataSonde 4, Hydrolab) sur toute la colonne d'eau à un intervalle de 1 m. Un pH-mètre (Oakton) et un conductivimètre (Hanna Instruments) ont été utilisés sur le terrain pour valider les mesures de la sonde multi-paramètres. Les mesures de la concentration en oxygène ont été validées au laboratoire de terrain pour quelques échantillons, selon la méthode de titration Winkler.

La transparence de l'eau a été mesurée, lorsque possible, à l'aide d'un disque de Secchi. La limite de détection des différents paramètres est indiquée au tableau F-2 qui présente les paramètres analysés en fonction des catégories suivantes : descripteurs physiques, descripteurs biologiques, substances nutritives, ions majeurs et métaux toxiques.

### F.2.4 Prélèvements des échantillons d'eau

Dans les deux stations de la rivière Péribonka et dans celle de la rivière Manouane (sauf en période d'hiver où les échantillons ont été prélevés près de la surface), l'échantillon d'eau représentait un échantillon intégré sur toute la profondeur de la colonne d'eau (ex. : environ de 0 à 5 m). L'échantillon a été recueilli à l'aide d'un échantillonneur intégrateur (SOMER, 1992) et transféré dans un contenant flexible de 20 litres prévu pour l'homogénéisation de l'échantillon avant le sous-échantillonnage. Dans la rivière au Serpent, les échantillons d'eau ont été prélevés avec l'échantillonneur intégrateur bien que la profondeur ait été inférieure à 1 m. Un échantillonneur intégré modifié afin d'éviter toute turbulence à l'entrée de la prise d'eau et permettant de l'orienter dans le sens du courant a été utilisé pour tous les prélèvements des matières en suspension. Un échantillon ponctuel a aussi été prélevé à 0,5 m de la surface et à 1 m du fond à l'aide d'un échantillonneur Kemmerer ou Van Dorn pour la mesure de l'oxygène dissous (Winkler) et la validation des valeurs du pH et de la conductivité.

Les échantillons ont été versés dans les contenants préparés par le laboratoire d'analyses. Lorsque nécessaire, les réactifs utilisés pour stabiliser les échantillons ont été ajoutés sur le terrain. Les échantillons ont été conservés à 4 °C jusqu'à l'envoi au laboratoire. Les paramètres qui ont été déterminés correspondent au groupe régulier du Réseau de suivi environnemental (SOMER, 1992) (voir le tableau F-2).

**Tableau F-2 : Paramètres analysés dans le cadre de la campagne de qualité de l'eau sur la rivière Péribonka (2002)**

Paramètre	Unité de mesure	Limite de détection	Mesures <i>in situ</i>	Laboratoire de terrain Homogénat (surface)	Laboratoire accrédité Homogénat (surface)
<b>Descripteurs physiques</b>					
Profondeur	(m)	0,1	X		
Température	(°C)	0,1	X	X	
Transparence	(m)		X		
Oxygène dissous	(mg/l O <sub>2</sub> )		X	X	
Oxygène dissous	(%)	1	X		
Conductivité	(µS/cm)	0,1	X	X	
pH	—	0,1	X	X	
Couleur vraie	(uCV)	0,1			X
Turbidité	(uTN)	0,05			X
Matières en suspension	(mg/l)	0,8			X
Tannins et lignines	(mg/l)	0,007			X
<b>Descripteurs biologiques</b>					
Chlorophylle a	(µg/l)	0,1			X
Phéopigments	(µg/l)	0,1			X
<b>Substances nutritives</b>					
Carbone organique dissous	(mg/l C)	0,5			X
Carbone organique total	(mg/l C)	0,5			X
Azote total Kjeldahl	(mg/l N)	0,03			X
Nitrates et nitrites	(mg/l N)	0,01-0,02			X
Azote ammoniacal	(mg/l N)	0,02			X
Phosphore total	(mg/l P)	0,0005			X
Orthophosphates	(mg/l P)	0,0008			X
Phosphore hydrolysable	(mg/l P)	0,001			X
Silice réactive	(mg/l SiO <sub>2</sub> )	0,004			X
<b>Ions majeurs</b>					
Alcalinité	(mg/l CaCO <sub>3</sub> )	0,3		X	
Bicarbonates	(mg/l HCO <sub>3</sub> )	0,3		X	
Carbone inorganique total	(mg/l C)	0,3		X	
Calcium	(mg/l Ca)	0,05			X
Chlorures	(mg/l Cl)	0,07			X
Magnésium	(mg/l Mg)	0,01			X
Potassium	(mg/l K)	0,02			X
Sodium	(mg/l Na)	0,02			X
Sulfates	(mg/l SO <sub>4</sub> )	0,05			X
<b>Métaux et toxiques</b>					
Sélénium	(mg/l Se)	0,0001			X
Fer	(mg/l Fe)	0,02			X
Manganèse	(mg/l Mn)	0,01			X

Compte tenu d'un délai d'analyse très court, certains paramètres ont été dosés ou préservés au laboratoire terrain. Ces paramètres incluaient :

- le pH ;
- l'alcalinité totale ;
- la conductivité spécifique ;
- l'oxygène dissous (titration Winkler) ;
- la filtration des pigments chlorophylliens ;
- la filtration des échantillons de carbone organique dissous.

Les autres paramètres ont été dosés au laboratoire de la Corporation des services analytiques Philip (Montréal). Les échantillons ont été envoyés au laboratoire à l'intérieur d'un délai de 24 heures. Un retard dans l'analyse d'échantillons a entraîné en juillet un délai trop long pour l'analyse des tannins et des lignines ainsi que de la chlorophylle et des phéopigments. Cependant, les valeurs de ces paramètres ont été jugées acceptables et normales.

Les méthodes d'analyse et le programme de contrôle de qualité sont conformes aux méthodes exigées par Hydro-Québec (SOMER, 1992).

## **F.2.5 Contrôle de qualité**

Le programme de contrôle de qualité qui a été suivi dans le cadre de cette étude est conforme au *Guide méthodologique des relevés de la qualité de l'eau* (SOMER, 1992). Le programme de contrôle de qualité visait à évaluer la contamination potentielle des échantillons sur le terrain, durant le transport et au laboratoire, ainsi que la réplicabilité des résultats d'analyse, la performance des méthodes d'analyse et la justesse des analyses.

### **F.2.5.1 Paramètres évalués**

Les résultats d'analyse des blancs de terrain indiquent des valeurs inférieures à la limite de détection dans tous les cas (voir le tableau F-3) et démontrent l'absence de contamination des échantillons sur le terrain, ainsi que durant le transport et l'analyse au laboratoire. La normalité des réactifs utilisés pour la titration Winkler et de l'alcalinité est demeurée stable. Un seul paramètre, l'azote Kjeldahl, montre une concentration plus élevée que la limite de détection dans le blanc de terrain de la campagne d'octobre. Cependant, les concentrations mesurées sont seulement deux fois plus élevées que la limite de détection.

La reproductibilité des résultats d'analyses a été évaluée par l'analyse de répliquats connus par le laboratoire en fonction des critères suivants :

<i>Classe</i>	<i>Statut</i>
• Excellente :	0-15 %
• Bonne :	15-25 %
• Faible :	25 % et plus

Lors de la campagne du mois de mars, la reproductibilité des analyses est, en général, excellente sauf pour le paramètre des phéopigments où elle est faible (voir le tableau F-4). Au cours de la campagne du printemps, la reproductibilité est également excellente, sauf pour les analyses des matières en suspension, la turbidité et l'azote ammoniacal. En juillet, la reproductibilité des nitrates est jugée bonne, alors que celle des autres paramètres est excellente. En octobre, la reproductibilité est excellente pour l'ensemble des paramètres sauf l'azote Kjeldahl, qui est bonne, et l'azote ammoniacal, qui est faible. Dans la majorité des cas, les quelques faibles reproductibilités obtenues correspondent à des faibles valeurs mesurées, lesquelles sont proches des limites de détection et inférieures à la limite de quantification.

L'analyse de l'échantillon fantôme pour vérifier la reproductibilité des méthodes à l'insu du laboratoire ne révèle aucun problème particulier (voir le tableau F-5). Les coefficients de variation sont cependant élevés pour les paramètres tels que l'azote total Kjeldahl, le carbone organique dissous et le phosphore total. Dans le cas du carbone organique dissous, la valeur de 16 mg/l mesurée à la station n° 9 est élevée par rapport à la valeur du carbone organique total, qui est de 8,1 mg/l. C'est pourquoi la valeur de l'échantillon fantôme a été utilisée, celle mesurée à la station n° 9 étant erronée. Cependant, les différences sont généralement faibles et lorsqu'elles sont plus importantes, elles s'expliquent par la proximité des valeurs aux limites de détection des analyses.

Le taux de récupération évalué par l'analyse d'échantillons fortifiés témoigne d'une excellente performance analytique. Pour toutes les campagnes, les taux de récupération sont excellents et varient respectivement entre 85 et 110 %, entre 87 et 103 %, entre 89 et 110 %, et entre 83 et 106 % (voir le tableau F-3).

Des échantillons de contrôle (échantillons fantômes) pour le pH, la conductivité et l'alcalinité ont été utilisés pour vérifier la performance des mesures et des analyses faites au laboratoire de terrain. La valeur des échantillons préparés par le laboratoire PSC était inconnue de l'équipe de terrain au moment des mesures. La différence entre la valeur mesurée sur le terrain et la valeur attendue est en général faible ; seule une valeur d'alcalinité mesurée le 9 mai a été surestimée par rapport à celle du laboratoire PSC (voir le tableau F-3). Cependant, les mesures de l'alcalinité des échantillons au laboratoire de terrain sont excellentes au cours de la même campagne, les coefficients de variation étant inférieurs à 5 %.

Tableau F-3 : Résultats généraux de contrôle de qualité des analyses effectuées dans le cadre des campagnes de qualité de l'eau du bassin de la rivière Péribonka (2002)

Paramètres	Unité	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-03-14	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-05-09	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-07-31	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-10-22	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)
<b>Descripteurs physiques</b>													
Conductivité		54,2(59,0 – 61,0)	101 %		54,7 (60,0)			60,0 (61,0 – 64,0)			65,5 (62,0 – 64,2)		
pH		4,78 (4,59 – 4,64)			4,78/4,80 (4,62 – 4,64)			4,75 (4,63 – 4,66)			4,69 (4,74 – 4,74)		
Matières en suspension	(mg/l)												
Turbidité	(uTN)								< 0,05				
Couleur vraie	(uCV)								< 0,1				
Tannins et lignines	(mg/l)			93					< 0,0007	110		< 0,007	105
<b>Descripteurs biologiques</b>													
Chlorophylle a	(µg/l)		< 0,1										
Phéopigments	(µg/l)		< 0,1										
<b>Substances nutritives</b>													
Carbone organique dissous	(mg/l C)		< 0,05										
Carbone organique total	(mg/l C)		< 0,05			0,50							
Azote ammoniacal	(mg/l N)			87		< 0,02	87		0,02	97		0,02	93
Azote total Kjeldahl	(mg/l N)		< 0,03	94		0,05	100		< 0,03	97		0,07	106
Nitrates et nitrites	(mg/l N)			94			96 et 103			102 et 96			102
Phosphore hydrolysable	(mg/l P)			93			94			90			97
Orthophosphates	(mg/l P)			94			91			93			93
Phosphore total	(mg/l P)		< 0,0005	99		< 0,0005	94			101			95
Silice réactive	(mg/l SiO <sub>2</sub> )			96					< 0,004	95		< 0,008	101

**Tableau F-3 : Résultats généraux de contrôle de qualité des analyses effectuées dans le cadre des campagnes de qualité de l'eau du bassin de la rivière Péribonka (2002) (suite)**

Paramètres	Unité	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-03-14	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-05-09	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-07-31	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)	Standard fantôme <sup>a</sup> 2002-10-22	Blanc de terrain et matériaux de référence (MR)	Échantillon fortifié (%)
<b>Ions majeurs</b>													
Alcalinité	(mg/l CaCO <sub>3</sub> )	5,1 (5,8)			17,9 / 18,0 (4,6)			4,3 (4,4 – 4,1)			4,72 (4,4 – 4,7)		
Calcium	(mg/l Ca)			90					0,32	96		< 0,05	87
Chlorures	(mg/l Cl)			88			96			96			98
Magnésium	(mg/l Mg)			110					< 0,010	98		< 0,01	83
Potassium	(mg/l K)			90					< 0,020	98		< 0,02	94
Sodium	(mg/l Na)			85					0,57	99		< 0,02	80
Sulfates	(mg/l SO <sub>4</sub> )			94			101			100			106
<b>Métaux et toxiques</b>													
Sélénium	(mg/l Se)			88					< 0,0001	94		< 0,0001	84
Fer	(mg/l Fe)			93					< 0,020	96		< 0,02	88
Manganèse	(mg/l Mn)			93					< 0,010	89		< 0,01	83
<b>Solutions standardisées</b>													
Acide sulfurique 0,02_N (mars) et 0,01_N		0,0210 – 0,0204			0,0104 – 0,0102			0,0104 – 0,0105			0,0105 – 0,0106		
Sodium thiosulfate 0,03_N		0,0378 – 0,0379			0,0382 – 0,0380			0,038			0,0378 – 0,0373		
KCl 0,0001N		16,0 (16,0 – 18,0)			16,0 (16,1 – 16,0)			16,0 (16,0 – 17,0)			16,0 (16,0 – 16,7)		
KCl 0,0002N		31,0 (31,0 – 31,0)			31,0 (31,0 – 31,4)			31,0 (32,0 – 32,0)			31,0 (31,0 – 32,5)		
Note : Les valeurs obtenues au départ et au retour sont indiquées entre parenthèses.													



Tableau F-4 : Coefficients de variation obtenus lors de l'analyse des échantillons en triplicata (2002)

Paramètres	Unité	Péribonka aval PR016, 14 mars			Péribonka amont PR017, 9 mai			Serpent PR019, 31 juillet			Péribonka amont PR017, 22 octobre		
		Moyenne	Écart type	C.V. (%)	Moyenne	Écart type	C.V. (%)	Moyenne	Écart type	C.V. (%)	Moyenne	Écart type	C.V. (%)
<b>Descripteurs physiques</b>													
Matières en suspension	(mg/l)	0,9	0,0	0	1,5	0,4	<b>26</b>	4,2	0,1	3	0,8	0,1	12,5
Turbidité	(uTN)	0,7	0,0	1	0,9	0,4	<b>41</b>	1,2	0,1	5	0,4	0,0	3
Couleur vraie	(uCV)	53,3	2,9	5	71,0	6,9	10	150,0	12,0	8	54,3	7,5	14
Tannins et lignines	(mg/l)	1,4	0,1	4	1,9	0,1	3	3,1	0,1	2	1,3	0,0	0
<b>Descripteurs biologiques</b>													
Chlorophylle a	(µg/l)	0,2	0,0	0	0,5	0,0	0	1,2	0,0	0	0,8	0,0	0
Phéopigments	(µg/l)	0,1	0,1	<b>43</b>	0,3	0,0	0	1,2	0,1	5	0,5	0,1	11
<b>Substances nutritives</b>													
Carbone organique dissous	(mg/l C)	5,3	0,1	2	7,8	0,6	8	12,0	0,6	5	4,2	0,1	1
Carbone organique total	(mg/l C)	4,9	0,1	1	8,0	0,5	6	11,0	0,6	5	4,4	0,1	2
Azote ammoniacal	(mg/l N)	0,02	0,00	0	0,03	0,02	67	0,05	0,01	11	0,03	0,01	33
Azote total Kjeldahl	(mg/l N)	0,1	0,02	16	0,16	0,01	4	0,40	0,06	14	0,20	0,04	20
Nitrites (en N)	(mg/l N)	0,100	0,00	0	0,01	0,00	0	0,01	0,00	0	0,01	0,00	0
Nitrates	(mg/l N)	0,047	0,006	12	0,06	0,00	0	0,02	0,01	25	0,04	0,00	0
Phosphore hydrolysable	(mg/l P)	0,004	0,000	0	0,003	0,001	17	0,007	0,001	8	0,003	0,00	0
Orthophosphates	(mg/l P)	0,003	0,000	2	0,002	0,000	5	0,004	0,000	0	0,002	0,00	0
Phosphore total	(mg/l P)	0,004	0,000	6	0,006	0,000	4	0,008	0,000	3	0,003	0,00	12
Silice réactive	(mg/l SiO <sub>2</sub> )	4,68	0,05	1	4,60	0,02	0	4,37	0,06	1	3,29	0,01	0
<b>Ions majeurs</b>													
Calcium	(mg/l Ca)	1,50	0,00	0	1,60	0,00	0	1,90	0,00	0	1,40	0,00	0
Chlorures	(mg/l Cl)	0,14	0,02	11	0,17	0,01	3	0,18	0,01	6	0,11	0,01	5
Magnésium	(mg/l Mg)	0,52	0,01	2	0,46	0,01	1	0,40	0,01	1	0,37	0,01	3
Potassium	(mg/l K)	0,29	0,01	2	0,30	0,00	0	0,27	0,01	2	0,30	0,01	2
Sodium	(mg/l Na)	0,56	0,03	6	0,76	0,02	3	0,72	0,02	2	0,66	0,05	7
Sulfates	(mg/l SO <sub>4</sub> )	1,40	0,00	0	1,60	0,00	0	1,47	0,06	4	1,30	0,00	0
<b>Métaux et toxiques</b>													
Sélénium	(mg/l Se)	0,0001	0,00	0	0,0001	0,00	0	0,0001	0,00	0	0,0001	0,00	0
Fer	(mg/l Fe)	0,15	0,01	4	0,26	0,01	4	0,59	0,02	3	0,17	0,01	3
Manganèse	(mg/l Mn)	0,01	0,00	0	0,01	0,00	0	0,02	0,00	3	0,01	0,00	0

a. Les valeurs en caractères gras indiquent un coefficient de variation classé faible.

Tableau F-5 : Contrôle de qualité lors de l'analyse des échantillons fantômes

Paramètre		Campagne du mois de mars			Campagne du mois de mai			Campagne du mois de juillet			Campagne du mois d'octobre		
		Valeurs	Différence		Valeurs	Différence		Valeurs	Différence		Valeurs	Différence	
			(unités)	(%)		(unités)	(%)		(unités)	(%)		(unités)	(%)
<b>Descripteurs physiques</b>													
Matières en suspension	(mg/l)	0,9	0,00	0	1,30	0,50	39	0,9	0,10	11	1,7	0,10	6
Turbidité	(uTN)	0,7	0,00	0	0,6	-0,02	-3	0,8	-0,15	-19	1,0	0,03	3
Couleur vraie	(uCV)	55	5,00	9	88	-12,00	-14	65	-5,00	-8	100	0,00	0
Tannins et lignines	(mg/l)	1,4	0,00	0	2,2	0,00	0	1,4	0,00	0	2,2	-0,10	-5
<b>Descripteurs biologiques</b>													
Chlorophylle a	(µg/l)	0,2	0,00	0	0,6	0,00	0	0,2	-0,10	-50	0,6	0,00	0
Phéopigments	(µg/l)	0,2	0,00	0	0,4	0,10	25	0,3	0,00	0	0,8	0,10	13
<b>Substances nutritives</b>													
Carbone organique dissous	(mg/l C)	5,2	0,20	4	8,3 <sup>a</sup>	-7,70	-93	5,9	0,60	10	8,3	0,10	1
Carbone organique total	(mg/l C)	4,8	-0,10	-2	8,1	0,00	0	4,8	-0,30	-6	8,9	0,00	0
Azote ammoniacal	(mg/l N)	0,02	0,00	0	< 0,02	na	na	0,04	-0,01	-25	0,03	0,00	0
Azote total Kjeldahl	(mg/l N)	0,12	-0,08	-67	0,26	-0,06	-23	0,18	0,03	17	0,27	-0,11	-41
Nitrites (en N)	(mg/l N)	< 0,01	na	na	< 0,01	na	na	< 0,01	na	na	< 0,01	na	na
Nitrates	(mg/l N)	0,05	0,01	20	0,06	0,01	17	0,05	0,00	0	0,03	0,00	0
Phosphore hydrolysable	(mg/l P)	0,004	0,00	0	0,007	0,00	57	0,003	0,00	-33	0,004	0,00	-25
Orthophosphates	(mg/l P)	0,003	0,00	-4	0,002	0,00	-15	0,002	0,00	0	0,003	0,00	0
Phosphore total	(mg/l P)	0,005	0,00	4	0,013	0,01	40	< 0,0005	na	na	0,0056	0,00	14
Silice réactive	(mg/l SiO <sub>2</sub> )	4,49	-0,13	-3	4,96	-0,03	-1	4,50	0,00	0	6,17	0,01	0
<b>Ions majeurs</b>													
Calcium	(mg/l Ca)	1,40	0,00	0	1,60	0,00	0	0,16	-0,01	-6	2,10	0,00	0
Chlorures	(mg/l Cl)	0,14	0,02	14	0,18	-0,01	-6	0,15	0,01	7	0,24	-0,01	-4
Magnésium	(mg/l Mg)	0,49	-0,01	-2	0,41	0,00	0	0,43	-0,02	-5	0,49	0,03	6
Potassium	(mg/l K)	0,28	-0,02	-7	0,35	0,04	11	0,31	-0,01	-3	0,34	0,01	3
Sodium	(mg/l Na)	0,52	-0,03	-6	0,74	0,00	0	0,71	0,00	0	0,76	0,01	1
Sulfates	(mg/l SO <sub>4</sub> )	1,40	0,00	0	1,60	0,00	0	1,40	-0,10	-7	1,80	0,00	0
<b>Métaux et toxiques</b>													
Sélénium	(mg/l Se)	< 0,0001	na	na	< 0,0001	na	na	< 0,0001	na	na	0,0002	0,00	0
Fer	(mg/l Fe)	0,14	-0,01	-7	0,36	0,05	14	0,25	-0,01	-4	0,51	0,01	2
Manganèse	(mg/l Mn)	< 0,01	na	na	0,02	na	na	< 10	na	na	< 0,01	na	na

a. On considère la valeur du fantôme (8,3) plutôt que celle de l'échantillon (16), qui est erronée.

Dans l'ensemble, les valeurs de l'alcalinité, de la conductivité et du pH au laboratoire de terrain pour l'ensemble des campagnes sont semblables aux valeurs moyennes rapportées par le laboratoire PSC (avant ou après lorsque applicable). Les mesures de conductivité et de pH effectuées au laboratoire de terrain sont légèrement inférieures ou supérieures aux valeurs rapportées par le laboratoire PSC, mais elles demeurent à l'intérieur des limites de mesures des instruments déterminées par la précision et la résolution des sondes utilisées (de 1 à 3 % de différence).

#### F.2.5.2 Sommaire du contrôle de qualité

Les résultats obtenus dans le cadre du programme de contrôle de qualité sont jugés excellents. Aucune contamination des échantillons ou des réactifs utilisés sur le terrain n'a été décelée à l'exception de l'azote Kjeldahl pour la campagne d'octobre. Pour ce dernier paramètre, les concentrations mesurées étaient légèrement supérieures à la limite de détection ; les valeurs d'octobre devraient être utilisées qualitativement. La réplicabilité des analyses est généralement excellente et lorsqu'elle est de bonne à faible, c'est parce que les valeurs sont proches des limites de détection et en deçà du seuil de quantification.

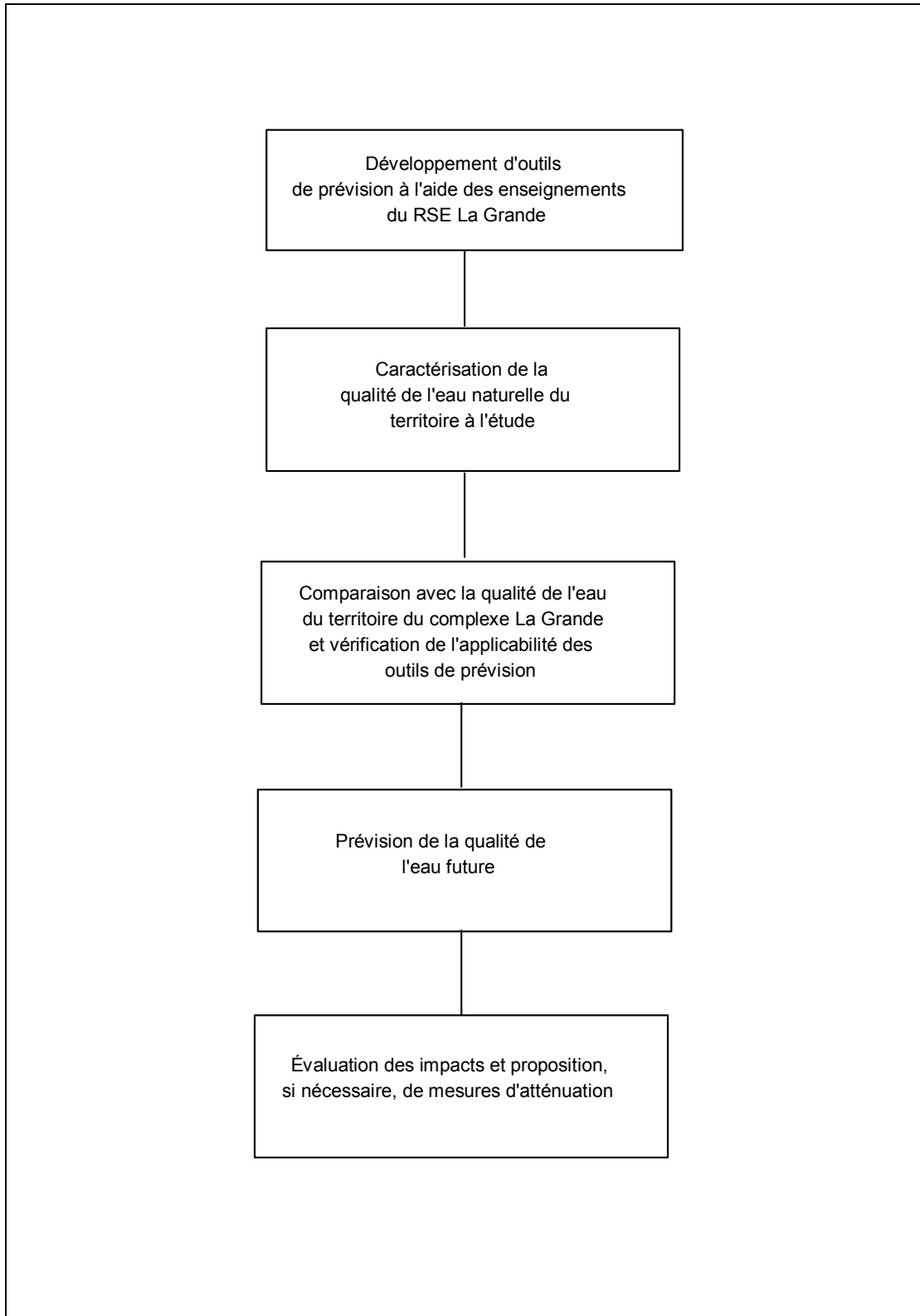
#### F.2.6 Prévision de la qualité de l'eau

La méthodologie utilisée pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau à la suite de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Péribonka est fondée sur les enseignements du Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. La démarche générale de la prévision de la qualité de l'eau future est présentée à la figure F-1.

Les résultats du suivi de la qualité de l'eau du complexe La Grande représentent une série temporelle unique en son genre qui a permis de préciser les principales modifications de la qualité de l'eau causées par les aménagements hydroélectriques et les mécanismes responsables (Schetagne, 1989). Elle a également permis de discerner les paramètres les plus pertinents par rapport aux perturbations physiques liées aux aménagements hydroélectriques et par rapport à la production biologique des futurs milieux.

À la suite de l'expérience tirée des travaux de la Baie James (SEBJ, 1981), six des 26 paramètres mesurés au complexe La Grande ont été retenus pour représenter l'évolution de la qualité des eaux du futur réservoir. Ce sont : la température, l'oxygène dissous, le pH, l'alcalinité, le phosphore total et la chlorophylle *a*. La turbidité sera aussi discutée, mais de manière qualitative uniquement.

Figure F-1 : Démarche générale de la prévision de la qualité de l'eau future



La prévision de la température dans le futur réservoir vise à établir le potentiel de stratification thermique. En l'absence de stratification thermique, on considère que la colonne d'eau sera relativement homogène et que la déficience potentielle en oxygène dissous au fond sera faible ou nulle. Le calcul du potentiel de stratification thermique est expliqué en détail à la section F-2.6.1. L'approche a été complétée par les résultats d'une modélisation du régime thermique du futur réservoir et de l'évaluation de l'influence qu'il aurait sur le cours d'eau à l'aval (Bilodeau, 2002).

Le raisonnement qui supporte la méthodologie d'évaluation de l'évolution de la qualité de l'eau à la suite de la création du futur réservoir et de ses conséquences sur la productivité biologique s'appuie sur le fait que les modifications physiques (inondation de sols forestiers, ainsi que réduction ou augmentation de débit), qui ont entraîné des changements sur certains paramètres physico-chimiques des milieux aquatiques du complexe La Grande, produiront des changements semblables sur les paramètres des milieux aquatiques comparables de l'aménagement hydroélectrique de la Péribonka. L'ampleur de ces modifications dépendra de l'importance des masses de matières que ces mécanismes mettent en jeu (matières organiques décomposables, volumes d'eau, volume de sols érodables, etc.) et qui ont été considérées pour le développement des outils de prévision.

Pour certains paramètres, il a été possible d'établir des indices pour le futur réservoir à partir des quantités mesurables en cause, comme pour l'oxygène dissous et le pH. Dans d'autres cas, comme pour l'évaluation du phosphore total, il a fallu faire appel à l'utilisation d'un modèle de simulation mathématique.

Par ailleurs, on a calculé un indice global de modification de la qualité de l'eau en effectuant le rapport entre la superficie terrestre ennoyée et le volume d'eau qui transite dans le réservoir sur une base annuelle. Le numérateur représente la quantité de matières organiques dont la décomposition entraînera une consommation en oxygène dissous et une libération d'ions et d'éléments nutritifs. Le dénominateur représente un indicateur de la dilution des produits de décomposition et du taux d'exportation vers l'aval.

### F.2.6.1 Prédiction du potentiel de stratification thermique

Le potentiel de stratification thermique est évalué à l'aide de deux indices : le rapport alpha ( $\alpha$ ) et le nombre de Froude.

Le rapport  $\alpha$  se calcule comme suit :

$$\alpha = \frac{Q_a}{V_r}$$

où :

$Q_a$  = volume d'eau annuel (km<sup>3</sup>) ;  
 $V_r$  = volume du réservoir (km<sup>3</sup>).

Si  $\alpha < 10$ , il devrait y avoir stratification thermique et si  $\alpha > 20$ , il ne devrait pas y avoir de stratification thermique.

Le nombre de Froude ( $F_d$ ) se calcule comme suit :

$$F_d = 320 * \left( \frac{L}{D} \right) * \left( \frac{Q}{V} \right)$$

où :

$L$  = longueur du réservoir (m) ;  
 $D$  = profondeur moyenne du réservoir (m) ;  
 $Q$  = débit moyen annuel (m<sup>3</sup>/s) ;  
 $V$  = volume du réservoir (m<sup>3</sup>).

Si  $F_d < 0,1$ , il y aura stratification thermique ; si  $F_d > 0,5$ , il n'y aura pas de stratification et s'il est entre les deux, on ne peut conclure de façon certaine.

## F.2.6.2 Évolution de la qualité de l'eau en réservoir

### *Principaux mécanismes*

Les quatre principaux mécanismes responsables des modifications de la qualité de l'eau observées à la suite de la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande sont :

- le mélange graduel d'eaux de qualités différentes ;
- le lessivage des sols ennoyés ;
- la décomposition de la matière organique submergée ;
- l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique.

Le mélange graduel d'eaux de qualités différentes, causé par le détournement d'une rivière dans une autre ou simplement par le remplacement graduel des eaux des milieux initiaux par les eaux des principales rivières responsables de la mise en eau, a été un mécanisme très important dans le cas des réservoirs de La Grande 2 et Opinaca (SEBJ, 1985b). En effet, il expliquerait la plus grande proportion de la variance des données observées à la suite de la mise en eau dans le cas de la zone photique du réservoir de Robert-Bourassa, et a été aussi important que le mécanisme de décomposition dans le cas de celle du réservoir Opinaca. Les paramètres les plus sensibles à ce facteur sont ceux liés au degré de minéralisation (les principaux ions majeurs) et ceux qui décrivent les matières organiques (couleur réelle, carbone organique total, azote Kjeldahl total et tannins).

Le lessivage des sols ennoyés, ou *leaching*, correspond à la mise en solution des composés solubles ou rapidement solubilisés contenus dans les sols ennoyés. Ce mécanisme semble avoir joué un rôle important dans l'augmentation rapide de la concentration de phosphore total et dans la diminution du pH observées immédiatement au début de la mise en eau, alors que les processus de décomposition étaient à peine amorcés (SEBJ, 1985b).

La décomposition de la matière organique submergée induit une consommation d'oxygène dissous, une diminution du pH et une libération de CO<sub>2</sub> (qui rend compte, aux valeurs de pH mesurées, d'une bonne part du carbone inorganique total), d'ions (surtout en profondeur) et d'éléments nutritifs (Sylvester et Seabloom, 1965 ; Burdick et Parker, 1971 ; Maystrenko et Denisova, 1972 ; Campbell et coll., 1976 ; Charlton, 1980 ; Richard, 1981 ; Sérodes, 1981 ; Wetzel, 1983).

Le dernier mécanisme observé à tous les réservoirs est l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique, mesurée à l'aide de la chlorophylle *a*, en réponse à la hausse des éléments nutritifs, particulièrement du phosphore. Cette augmentation s'est traduite par une hausse de l'utilisation de la silice à un tel point que celle-ci a pu devenir limitante pour la production de ces organismes à certaines périodes (SEBJ, 1985b).

Welch (1983) a aussi observé une telle chute de la silice à la suite d'un enrichissement expérimental en phosphore et en azote dans de petits lacs arctiques.

Les méthodes d'estimation de la qualité de l'eau future, décrites ci-dessous, tiennent compte de ces mécanismes.

### ***Autres enseignements du suivi du complexe La Grande***

Le Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande a démontré que l'intensité maximale des modifications de la qualité de l'eau s'observe à court terme, soit trois ou quatre ans après le début de la mise en eau. Durant la mise en eau, il n'y a que les processus de lessivage des sols ennoyés et de mélange des eaux qui agissent pleinement. Les processus de décomposition ne font que s'amorcer, alors que la réponse du phytoplancton n'interviendra que plus tard. Les modifications mesurées durant la mise en eau ne représentent qu'une fraction de celles observées quelques années plus tard, alors que tous les processus entrent en jeu.

Après dix ans, les modifications dues à la décomposition sont à toutes fins utiles terminées en raison de l'épuisement des matières organiques décomposables (Hydro-Québec, 1989). Il ne demeure alors que les modifications permanentes associées au mélange d'eaux et à la lacustration (Hydro-Québec, 1989 ; Baxter, 1977). Cette dernière entraîne une diminution de la turbidité due à un taux de sédimentation plus élevé, et des teneurs en oxygène dissous légèrement inférieures à celles des rivières à cause d'une réduction de la turbulence.

Le Réseau de suivi environnemental a également démontré que les modifications maximales des paramètres liés à la décomposition des matières organiques ont été enregistrées dans les zones profondes à la fin de la période avec couverture de glace. Ces zones sont le site de l'accumulation des eaux désoxygénées et riches en produits de décomposition. Cependant, la qualité des eaux de cette zone n'a que très peu influé sur celle de la zone productive (de 0 à 10 m de profondeur). En effet, au printemps, au moment du brassage des eaux, les eaux de la zone profonde riches en éléments de décomposition sont diluées dans tout le volume du réservoir. De plus, ce brassage, en réoxygénant les eaux, entraîne le redressement du potentiel d'oxydoréduction et la précipitation d'un grand nombre de produits de la décomposition (SEBJ, 1985a). Des travaux de Schindler et coll. (1980) ont d'ailleurs montré que l'injection d'éléments nutritifs dans l'hypolimnion anoxique d'un lac du Bouclier canadien, pendant cinq ans, a causé une eutrophisation beaucoup moins élevée que l'injection d'éléments nutritifs dans les eaux de surface.

Pour toutes ces raisons, les prévisions de la qualité de l'eau future traitent surtout de la zone photique des futurs plans d'eau, durant la période des modifications maximales et ensuite à long terme.



### F.2.6.3 Méthode de prévision de l'oxygène dissous

L'évaluation des teneurs futures en oxygène dissous est effectuée à l'aide d'un indice de déficience en oxygène dissous (voir le tableau F-6). Avant de définir cet indice spécifique, il apparaît important d'expliquer le principe général d'application des indices.

#### ***Méthode d'application des indices de modification de la qualité de l'eau***

Différents indices de modification de la qualité de l'eau ont été utilisés pour prédire l'évolution de certains paramètres dans le réservoir projeté à partir des indices calculés pour les réservoirs du complexe La Grande. La prévision pour le futur réservoir est obtenue par une règle de trois selon l'équation suivante :

$$P_{\text{Projeté}} = \frac{(P_{R-B} * I_{\text{Projeté}})}{I_{R-B}}$$

où :

$P_{\text{Projeté}}$  = modification du paramètre dans le réservoir projeté ;

$P_{R-B}$  = modification du paramètre mesurée dans le réservoir Robert-Bourassa ;

$I_{\text{Projeté}}$  = indice calculé pour le réservoir projeté ;

$I_{R-B}$  = indice calculé pour le réservoir Robert-Bourassa.

Les différents indices calculés incluent l'indice de déficience en oxygène dissous calculé en conditions hivernales sous couverture de glace pour estimer l'effet maximal et l'indice du lessivage des sols calculé à partir du temps de renouvellement moyen annuel.

#### ***Définition de l'indice de déficience en oxygène dissous***

La décomposition de la matière organique submergée induit une consommation d'oxygène dissous. L'indice utilisé pour évaluer l'ordre de grandeur de la déficience en oxygène dissous produite par la décomposition organique fait intervenir dans son calcul les principaux facteurs reconnus comme jouant un rôle dans l'évolution de l'oxygène dissous en réservoir : la superficie terrestre ennoyée, l'évaluation de la quantité de matière organique décomposable par unité de surface ennoyée, le volume d'eau du réservoir et le temps de renouvellement moyen hivernal des eaux (voir le tableau F-6). Les deux premiers traduisent la quantité de matière organique disponible pour la décomposition, alors que les deux suivants se rapportent à la quantité d'oxygène dissous présente.

Les données de la superficie terrestre ennoyée, du volume du réservoir et du temps de renouvellement des eaux ont été obtenues du service Hydraulique d'Hydro-Québec. Elles correspondent à la cote maximale d'exploitation du réservoir projeté (244,2 m).

Le volume total inclut le volume naturel des plans d'eau initiaux. Ce dernier a été estimé à l'aide de courbes bathymétriques, soit de profondeurs obtenues de sondages effectués lors des périodes d'échantillonnage de la qualité de l'eau.

L'évaluation de la quantité de matière organique décomposable provient de mesures de biomasse réalisées dans la région Ashuapmushuan qui ont été jugées appropriées dans le contexte environnemental de la rivière Péribonka (Association Poulin Thériault – GGC, 1992). Les mesures de biomasse ont été prises sur des échantillons de couvre-sols (incluant la végétation herbacée, les mousses, les lichens et les horizons L, F et H de la litière), de feuilles d'arbustes et d'aiguilles d'épinettes. De toutes ces composantes, seules les aiguilles ou les feuilles des arbres et des arbustes, ainsi que l'horizon L (incluant la végétation herbacée, les mousses, les lichens et l'horizon Of des sols organiques) ont été retenues pour les simulations.

Ces compartiments regroupent la plus grande part de la biomasse décomposable durant une période de 5 à 10 ans, qui correspond à la durée de modification de la qualité de l'eau liée à la décomposition, des réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa (Thérien, 1991 ; Hydro-Québec, 1989). En effet, la partie ligneuse des arbres et arbustes se décompose très lentement. Selon une étude réalisée dans la région du réservoir Gouin, les troncs de conifères auraient perdu moins de 1% de leur biomasse après 55 ans d'ennoisement (Van Collie et coll., 1983).

Le temps de renouvellement moyen hivernal des eaux a été considéré plutôt que le temps moyen annuel pour deux raisons. Premièrement, parce que les déficiences en oxygène dissous sont maximales durant la période avec couverture de glace, alors que les apports en oxygène de l'atmosphère sont inhibés. Deuxièmement, parce que les relevés réalisés sur les réservoirs du complexe La Grande révèlent que les périodes de retournement automnal et printanier sont très efficaces pour réoxygéner même les zones profondes.

### ***Prévisions dérivées de l'indice de déficience en oxygène dissous***

La prévision dérivée de l'indice de déficience en oxygène dissous est la proportion du volume du réservoir présentant, à la fin de la période avec couverture de glace, un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 %. Nous avons choisi de traduire l'indice de cette façon afin de faciliter l'interprétation de la déficience en oxygène dissous en fonction des exigences des organismes aquatiques, en considérant qu'un taux de saturation supérieur à 50 % est adéquat pour la majorité des organismes aquatiques. Ce seuil est conservateur car, aux températures régnant durant cette période dans les réservoirs, le critère minimal de qualité pour la protection de la vie aquatique est d'environ 35 % (CCMRE, 1987).

La proportion du volume déficient en oxygène du réservoir Robert-Bourassa a été obtenue grâce à la courbe du volume en fonction du niveau d'eau de ces réservoirs, selon la cote de niveau moyenne (pour les stations de mesures représentatives) où le taux de saturation tombait sous le seuil de 50 % à la fin de l'hiver. Et ce, pour l'année où la déficience en oxygène dissous fut maximale. Cette façon de procéder est justifiée par le fait que, à cause des mouvements de circulation d'eau caractéristiques des plans d'eau nordiques, les réservoirs peuvent être considérés comme une série de cuvettes plus ou moins grandes récupérant, durant l'hiver, l'eau désoxygénée coulant le long des parois (Mortimer et Mackereth, 1958 ; Wetzel, 1975 ; Welch et Bergmann, 1985 ; SEBJ, 1985b).

Les trois autres prévisions dérivées de cet indice sont spécifiques à la zone photique des réservoirs (0 à 10 m de profondeur). Elles incluent les diminutions maximales du taux de saturation moyen estival et hivernal en oxygène dissous, ainsi que la diminution maximale du taux de saturation à la fin de la période avec couverture de glace. Les méthodes de calcul de ces diminutions sont présentées au tableau F-7.

#### ***Définition de l'indice de lessivage des sols inondés***

Le lessivage des sols inondés aurait entraîné une diminution rapide du pH immédiatement après le début de la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande, alors que les processus de décomposition n'étaient presque pas enclenchés. La diminution du pH s'est accentuée par la suite avec la libération de CO<sub>2</sub> provenant de la décomposition des matières organiques submergées.

La prévision des pH futurs tient compte de l'intensité de cette décomposition, à l'aide de l'indice de déficience en oxygène dissous et d'un nouvel indice qui vise à exprimer le lessivage des sols acides de la région. La méthode de calcul de l'indice du lessivage des sols fait intervenir les éléments suivants : la superficie terrestre ennoyée, le volume d'eau total et le temps de renouvellement moyen annuel des eaux des réservoirs à leur cote maximale (voir le tableau F-8). Le premier élément qualifie le potentiel de lessivage des sols et les deux derniers, la quantité d'eau séjournant au-dessus de ces sols.

#### ***Prévisions dérivées de l'indice de lessivage des sols ennoyés***

L'estimation de la diminution du pH des nouveaux milieux tient compte du calcul des indices de lessivage des sols et de la déficience en oxygène dissous, mais aussi de leur susceptibilité à l'acidification ou, à l'inverse, de leur pouvoir tampon, tel qu'indiqué par la mesure de l'alcalinité exprimée en µéq/l. La valeur de l'alcalinité mesurée dans la rivière Péribonka représente un pouvoir tampon faible comme pour le réservoir Robert-Bourassa (voir le tableau F-8).

#### F.2.6.4 Méthode de prévision du phosphore total

L'estimation des teneurs futures en phosphore total provient du modèle de prévision des teneurs en mercure, qui a été adapté du modèle de prédiction du phosphore de Grimard et Jones (1982) (voir le tableau F-9). Ce modèle a été ajusté sur les mesures réalisées au réservoir Smallwood au Labrador et a été vérifié à l'aide des valeurs obtenues sur le réservoir Robert-Bourassa. La courbe de libération de phosphore proposée pour le réservoir La Grande 3 avant sa mise en eau correspondait bien aux mesures réalisées par la suite (SEBJ, 1981).

La teneur initiale en phosphore total utilisée pour prédire l'évolution de ce paramètre dans le réservoir projeté correspond à la valeur moyenne mesurée durant la saison 2002.

Puisque le modèle est particulièrement sensible à la quantité de matière organique submergée, la quantité utilisée pour le réservoir projeté (600 g C/m<sup>2</sup>) donnera une estimation pessimiste car elle ne tient pas compte du déboisement qui pourra se faire avant la mise en eau.

#### F.2.6.5 Méthode de prévision de la turbidité et de la transparence

Les principaux mécanismes responsables des modifications de la turbidité et, par le fait même, de la transparence des eaux à la suite de la mise en eau des réservoirs sont la sédimentation et l'érosion. Lors de la création de réservoirs à partir de rivières, l'augmentation du temps de séjour des eaux cause une augmentation de la sédimentation des matières en suspension et, par conséquent, une baisse de la turbidité et une augmentation de la transparence (Baxter, 1977). La nature des matériaux de surface de la zone de marnage et les fluctuations du niveau des eaux dans cette zone déterminent l'importance de l'érosion et de la mise en suspension du matériel érodé. Dans la mesure où le futur réservoir sera exploité sans marnage, nous considérons que les valeurs actuelles constituent les valeurs maximales futures d'autant plus qu'elles résultent du lac Péribonka, lui-même assujetti à un marnage important.

#### F.2.6.6 Méthode de prévision de la biomasse phytoplanctonique à l'aide des teneurs en chlorophylle *a*

La méthode employée pour prévoir l'évolution des teneurs futures en chlorophylle *a*, présentée au tableau F-9, est basée sur les enseignements tirés du complexe La Grande. Elle fait intervenir, d'une part, le facteur d'augmentation des teneurs en phosphore obtenu du modèle de prévision des teneurs en mercure, adapté du modèle de Grimard et Jones (1982), et, d'autre part, les teneurs initiales en silice, qui sont plus élevées dans la rivière Péribonka.

### **F.3 Résultats**

Les données résultant des analyses de qualité de l'eau ainsi que les critères du MENV applicables à la vie aquatique et aux activités récréatives apparaissent aux tableaux F-10 et F-11.

**Tableau F-6 : Calcul de l'indice de déficience en oxygène dissous et proportion du volume hivernal du réservoir projeté présentant un taux de saturation en oxygène dissous < 50 %**

Réservoir	Évaluation de la quantité de matière organique décomposable <sup>a</sup> (kg C/m <sup>2</sup> )	Superficie terrestre envoyée hivernale (km <sup>2</sup> )	Volume du réservoir (km <sup>3</sup> )	Temps de renouvellement hivernal (mois)	Indice de déficience en oxygène dissous <sup>b, d</sup> (x 10 <sup>-2</sup> )	Proportion du volume total du réservoir présentant un taux de saturation < 50 % <sup>c</sup> (%)
Projeté	0,6	25,6	1,082	1,1	0,16	2
Robert-Bourassa	0,53	2414	54	6	1,4	18
a. Valeur tirée de l'Association Poulin Thériault – GGC (1992). b. L'indice est calculé comme suit : $\left( \frac{Q_{organique} \times S_{terrestre\ envoyée}}{V_{total}} \right) \times T_{séjour\ hivernal}$				c. Calculé comme suit : $\frac{V_{< 50\% - Robert-Bourassa} \times I}{I_{Robert-Bourassa}}$		
				d. Correspond aux conditions maximales de la fin de l'hiver.		

**Tableau F-7 : Calcul de la diminution de l'oxygène dissous dans la zone photique du réservoir projeté**

Réservoir	Indice de déficience en oxygène dissous <sup>a</sup> (x 10 <sup>-2</sup> )	Diminution maximale du taux moyen estival de saturation en oxygène dissous <sup>b</sup> (%)	Diminution maximale du taux moyen hivernal de saturation en oxygène dissous <sup>b</sup> (%)	Diminution maximale du taux de saturation en oxygène dissous à la fin de l'hiver <sup>b</sup> (%)
Projeté	0,16	2	2	4
Robert-Bourassa	1,4	19 <sup>c</sup>	17 <sup>c</sup>	34 <sup>c</sup>
a. Calculé comme au tableau F-6. b. Calculé comme suit : $\left( \frac{\text{Diminution}_{Robert-Bourassa} \times I_{Projeté}}{I_{Robert-Bourassa}} \right)$				
c. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.				

Tableau F-8 : Calcul de l'indice de lessivage des sols et évaluation des modifications maximales du pH moyen estival dans les réservoirs

Réservoir	Superficie terrestre ennoyée (km <sup>2</sup> )	Volume du réservoir (km <sup>3</sup> )	Temps de renouvellement moyen (mois)	Indice de lessivage des sols <sup>a</sup> (x 10 <sup>-2</sup> )	Indice de déficience en oxygène dissous <sup>b</sup> (x 10 <sup>-2</sup> )	Pouvoir tampon (µéq/l)	Modification du pH (unités)
Projeté	25,6	1,082	1	0,24	0,16	120 (faible)	Aucune modification <sup>c</sup>
Robert-Bourassa	2639	62,4	13,9	5,9	1,4	Faible	-0,5 <sup>d</sup>
a. L'indice de l'effet des sols se calcule comme suit :				c. Évalué selon la combinaison des deux indices comme suit :			
$\frac{S_{\text{terrestre ennoyée}}}{V_{\text{total}}} \times T_{\text{séjour}}$				$\frac{(\text{Diminution}_{\text{Robert-Bourassa}} \times I_{\text{Projeté}})}{I_{\text{Robert-Bourassa}}}$			
b. Évalué au tableau F-6.				d. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.			

Tableau F-9 : Modification maximale de la chlorophylle a dans le réservoir projeté

Réservoir	Phosphore total			Silice	Chlorophylle a		
	Teneur actuelle (µg/l)	Teneur future (µg/l)	Facteur d'augmentation	Teneur actuelle (mg/l)	Teneur actuelle (µg/l)	Facteur d'augmentation <sup>b</sup>	Teneur future (µg/l)
Projeté	5	7 <sup>a</sup>	1,4	4,5	0,3	1,4	0,42 <sup>d</sup>
Robert-Bourassa	9	15	1,7	2,6	1,9	1,7	3,1 <sup>c</sup>
<p>a. Calculé à partir du modèle du mercure (Messier et coll., 1985).</p> <p>b. Facteur d'augmentation de la chlorophylle a est égal au facteur d'augmentation du phosphore.</p> <p>c. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.</p> <p>d. Inclut la précision en fonction de la concentration mesurée dans la rivière au Serpent.</p>							

**Tableau F-10 : Comparaison entre les valeurs mesurées durant les campagnes de qualité de l'eau sur les rivières Péribonka et au Serpent (secteur du réservoir, 2002) et les critères de qualité du MENV**

Paramètres	Rivière Péribonka amont (PR017)				Rivière au Serpent (PR019)				Critères de qualité (MENV)			
	2002-03-14	2002-05-09	2002-07-31	2002-10-22	2002-03-14	2002-05-09	2002-07-31	2002-10-22	Vie aquatique Toxicité		Eau brute	Activités récréatives
	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Aiguë	Chronique		
<b>Descripteurs physiques</b>												
Oxygène dissous (mg/l de O <sub>2</sub> )	14,4	13,4	10,4	12,0	13,5	12,4	8,8	12,8	—	5	—	—
pH	<b>6,2</b>	<b>6,4</b>	<b>6,1</b>	6,5	6,9	<b>6,2</b>	<b>6,0</b>	<b>6,3</b>	5,0 - 9,5 <sup>a</sup>	6,5 - 9,0	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Matières en suspension (mg/l)	0,9	2	0,8	0,9	< 0,8	1,5	4,3	1,2	25	5	—	—
Couleur vraie (uCV)	50	75	70	63	65	88	<b>140</b>	<b>100</b>	—	—	15 <sup>(CCME)</sup>	100
Turbidité (uTN)	0,7	0,7	0,9	0,4	0,6	0,5	1,3	0,9	8 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	—	5 <sup>b</sup>
<b>Substances nutritives</b>												
Azote ammoniacal (mg/l de N)	0,02	< 0,02	0,05	0,04	0,03	< 0,02	0,05	0,03	c	d	1,5	—
Phosphore total (mg/l de P)	0,004	0,006	< l.d.	0,003	0,005	0,008	0,007	0,005	—	0,02 - 0,03	—	0,02 - 0,03
Azote total Kjeldahl (mg/l de N)	0,20	0,16	0,15	0,24	0,18	0,20	0,35	0,17	—	—	—	—
Nitrates et nitrites (mg/l de N)	0,04	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05	0,02	0,03	200 <sup>e</sup>	40 <sup>e</sup>	10	—
<b>Ions majeurs</b>												
Alcalinité (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>2,7</b>	<b>4,2</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>2,1</b>	—	f	—	—
Calcium (mg/l de Ca)	<b>1,40</b>	<b>1,60</b>	<b>1,70</b>	<b>1,40</b>	<b>2,30</b>	<b>1,50</b>	<b>1,90</b>	<b>1,80</b>	—	g	—	—
Chlorures (mg/l)	0,12	0,17	0,14	0,11	0,35	0,19	0,19	0,25	860	230	250	—
Magnésium (mg/l de Mg)	0,50	0,46	0,45	0,36	0,55	0,33	0,41	0,37	—	—	—	—
Sodium (mg/l de Na)	0,55	0,78	0,71	0,69	0,85	0,68	0,74	0,76	—	—	200,0	—
Sulfates (mg/l de SO <sub>4</sub> )	1,4	1,6	1,5	1,3	2,1	1,7	1,4	1,7	300,0	—	500	—
<b>Métaux et toxiques</b>												
Sélénium (pré-concentré) (mg/l de Se)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,02	0,005	0,01	—
Fer (mg/l de Fe)	0,15	0,27	0,26	0,17	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>	<b>0,60</b>	<b>0,53</b>	—	0,3	0,3	—
Manganèse (mg/l de Mn)	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	0,01	—	—	0,05	—
<p>a. À l'intérieur de cet intervalle, il ne devrait pas y avoir de toxicité aiguë.</p> <p>b. Ce critère permet une augmentation maximale respective de 8 uTN, de 2 uTN ou de 5 uTN (selon la colonne) par rapport à la turbidité naturelle. Le critère pour les activités récréatives s'applique aux eaux dont la turbidité naturelle est inférieure ou égale à 50 uTN.</p> <p>c. À un pH de 6,5 et à une température de l'eau entre 0 et 20 °C, le critère varie de 23,8 à 27,7 mg/l de N.</p> <p>d. À un pH de 6,5 et à une température de l'eau entre 0 et 20 °C, le critère varie de 1,22 à 2,08 mg/l de N.</p> <p>e. Critère applicable aux nitrates.</p> <p>f. La sensibilité d'un milieu à l'acidification varie avec l'alcalinité (sensibilité élevée &lt; 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub> ; moyenne 10 – 20 mg/l de CaCO<sub>3</sub> ; faible 20 mg/l de CaCO<sub>3</sub>).</p> <p>g. La sensibilité d'un milieu à l'acidification varie avec la concentration de calcium (sensibilité élevée &lt; 4 mg/l de Ca ; moyenne 4 – 8 mg/l de Ca ; faible 8 mg/l de Ca).</p> <p>— Absent de la liste du MENV ou sans spécifications.</p> <p>CCME : Critère tiré des Recommandations pour la qualité des eaux au Canada.</p> <p>Les valeurs en caractères gras ne respectent pas les critères de qualité du MENV.</p>												



Tableau F-11 : Comparaison entre les valeurs mesurées durant les campagnes de qualité de l'eau sur les rivières Manouane et Péribonka (secteur en aval du réservoir, 2002) et les critères de qualité du MENV

Paramètres	Rivière Manouane (PR018)				Rivière Péribonka aval (PR016)				Critères de qualité (MENV)			
	2002-03-14	2002-05-09	2002-07-31	2002-10-22	2002-03-14	2002-05-09	2002-07-31	2002-10-22	Vie aquatique Toxicité		Eau brute	Activités récréatives
	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Intégré	Aiguë	Chronique		
<b>Descripteurs physiques</b>												
Oxygène dissous (mg/l de O <sub>2</sub> )	11,0	12,3	8,3	12,3	14,2	13,2	9,2	11,7	—	5	—	—
pH	6,5	<b>6,3</b>	6,5	6,6	<b>6,0</b>	<b>6,4</b>	<b>6,2</b>	6,7	5,0 - 9,5 <sup>a</sup>	6,5 - 9,0	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Matières en suspension (mg/l)	< 0,8	1,5	4,1	1,6	0,9	0,8	1,0	0,8	25	5	—	—
Couleur vraie (uCV)	60	<b>110</b>	75	<b>100</b>	50	<b>100</b>	60	63	—	—	15 (CCME)	100
Turbidité (uTN)	0,5	0,7	1,0	1,0	0,7	0,6	0,6	0,5	8 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	—	5 <sup>b</sup>
<b>Substances nutritives</b>												
Azote ammoniacal (mg/l de N)	0,02	< 0,02	0,04	0,03	< 0,02	< 0,02	0,04	0,03	c	d	1,5	—
Phosphore total (mg/l de P)	0,005	0,001	0,005	0,005	0,004	0,008	< l.d.	0,004	—	0,02 - 0,03	—	0,02 - 0,03
Azote total Kjeldahl (mg/l de N)	0,15	0,23	0,19	0,38	0,13	0,32	0,11	0,17	—	—	—	—
Nitrates et nitrites (mg/l de N)	0,10	0,06	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	200 <sup>e</sup>	40 <sup>e</sup>	10	—
<b>Ions majeurs</b>												
Alcalinité (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	<b>6,6</b>	<b>1,8</b>	<b>4,1</b>	<b>3,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,1</b>	<b>3,4</b>	<b>2,7</b>	—	f	—	—
Calcium (mg/l de CA)	<b>2,90</b>	<b>1,60</b>	<b>2,30</b>	<b>2,10</b>	<b>1,50</b>	<b>1,60</b>	<b>1,70</b>	<b>1,50</b>	—	g	—	—
Chlorures (mg/l)	0,42	0,16	0,25	0,25	0,12	0,19	0,17	0,13	860	230	250	—
Magnésium (mg/l de Mg)	0,8	0,42	0,55	0,46	0,53	0,41	0,45	0,38	—	—	—	—
Sodium (mg/l de Na)	0,88	0,72	0,83	0,75	0,60	0,74	0,71	0,61	—	—	200,0	—
Sulfates (mg/l de SO <sub>4</sub> )	2,6	1,7	2,0	1,8	1,4	1,6	1,6	1,4	300,0	—	500	—
<b>Métaux et toxiques</b>												
Sélénium (pré-concentré) (mg/l de Se)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,02	0,005	0,01	—
Fer (mg/l de Fe)	0,29	<b>0,33</b>	<b>0,38</b>	<b>0,50</b>	0,16	<b>0,31</b>	0,24	0,24	—	0,3	0,3	—
Manganèse (mg/l de Mn)	<0,01	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	< 0,01	—	—	0,05	—
<p>a. À l'intérieur de cet intervalle, il ne devrait pas y avoir de toxicité aiguë.</p> <p>b. Ce critère permet une augmentation maximale respective de 8 uTN, de 2 uTN ou de 5 uTN (selon la colonne) par rapport à la turbidité naturelle. Le critère pour les activités récréatives s'applique aux eaux dont la turbidité naturelle est inférieure ou égale à 50 uTN.</p> <p>c. À un pH de 6,5 et à une température de l'eau entre 0 et 20 °C, le critère varie de 23,8 à 27,7 mg/l de N.</p> <p>d. À un pH de 6,5 et à une température de l'eau entre 0 et 20 °C, le critère varie de 1,22 à 2,08 mg/l de N.</p> <p>e. Critère applicable aux nitrates.</p> <p>f. La sensibilité d'un milieu à l'acidification varie avec l'alcalinité (sensibilité élevée &lt;10 mg/l de CaCO<sub>3</sub>; moyenne 10 – 20 mg/l de CaCO<sub>3</sub>; faible 20 mg/l de CaCO<sub>3</sub>).</p> <p>g. La sensibilité d'un milieu à l'acidification varie avec la concentration de calcium (sensibilité élevée &lt; 4 mg/l de Ca; moyenne 4 – 8 mg/l de Ca; faible 8 mg/l de Ca).</p> <p>— Absent de la liste du MENV ou sans spécifications.</p> <p>CCME : Critère tiré des Recommandations pour la qualité des eaux au Canada.</p> <p>Les valeurs en caractères gras ne respectent pas les critères de qualité du MENV.</p>												

## F.4 Références

- ASSOCIATION POULIN THÉRIAULT – GAUTHIER & GUILLEMETTE CONSULTANTS. 1992. *Caractérisation préliminaire de la phytomasse inondée des futurs complexes hydroélectriques*. Préparé pour Hydro-Québec. 79 p. et ann.
- BAXTER, R.M. 1977. « Environmental Effects of Dams and Impoundments ». *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 8. p. 255-283. R.F. Johnston, P.W. Frank et C.D. Mitchener (éd.). Palo Alto (Californie), Annual Reviews Inc.
- BILODEAU, L. 2002. *Avant-Projet Péribonka Péribonka PER3D. Étude du régime thermique et du couvert de glace. Rapport final*. Montréal, Hydro-Québec Ingénierie, approvisionnement et Services.
- BURDICK, J.C., et F.L. PARKER. 1971. *Estimation of water quality in a new reservoir*. Rapport n° 8. Vanderbilt University and U.S. Army Corps of Engineers. 500 p.
- CAMPBELL, P.G., B. BOBEE, A. CAILLE, M.J. DEMALSY, P. DEMALSY, J.L. SASSEVILLE, S.A. VISSER, P. COUTURE, M. LACHANCE et L. TALBOT. 1976. *Effets de décapage de la cuvette d'un réservoir sur la qualité de l'eau emmagasinée. Élaboration d'une méthode d'étude et application au réservoir de Victoriaville (Rivière Bulstrode, Québec)*. Rapport scientifique n° 37. Québec, INRS-Eau. 3 vol.
- CHARLTON, M.N. 1980. « Hypolimnion Oxygen Consumption in Lakes: Discussion of Productivity and Morphometric Effects ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 37. n° 10, p. 1531-1539.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT (CCMRE). GROUPE DE TRAVAIL SUR LES RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DES EAUX. 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux du Canada*. Ottawa, CCMRE. 1 vol. (f. mobiles).
- GRIMARD, Y., et H.G. JONES. 1982. « Trophic upsurge in new reservoirs: a model for total phosphorus concentration ». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, n° 39, p. 1473-1483.
- HYDRO-QUÉBEC. 1989. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, phase 1. Qualité de l'eau, régions de La Grande 2 et Opinaca. Interprétation des données de 1998*. Montréal, Hydro-Québec. 152 p.
- MAYSTRENKO, Y.G., et A.I. DENISOVA. 1972. « Methods of forecasting the content of organic and biogenic substances in water of existing or planned reservoirs. » *Hydrochemical Institute, Novocherkassk, Hydrochemical Material*, n° 53, p. 86-114.
- MESSIER, D., R. ROY et R. LEMIRE. 1985. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1978-1984. Évolution du mercure dans la chair des poissons*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 170 p. et ann.
- MORTIMER, C.H., et F.J.H. MACKERETH. 1958. « Convection and its consequences in ice-covered lakes. » *Verh. Int. Ver. Limnol.*, n° 13, p. 923-932.
- RICHARD, Y. 1981. « Colonisation des feuilles de différentes espèces d'arbres (peuplier, aulne, myrique) par le macrobenthos et les microorganismes dans les eaux oligotrophes du Bouclier canadien. » Thèse de maîtrise ès Sciences., Québec, Université Laval. 107 p.
- SCHETAGNE, R. 1989. *Qualité de l'eau, régions de La Grande-2 et Opinaca. Interprétation des données de 1988. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, phase 1*. Montréal, Hydro-Québec. 152 p.

- SCHINDLER, D.W., T. RUSZCZYNSKI et E.J. FEE. 1980. « Hypolimnion injection of nutrient effluents as a method for reducing eutrophication. » *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, n° 37, p. 320-327.
- SÉRODES, J.-B. 1981. *Influence des sols et arbres noyés sur l'oxygène dissous et la qualité de l'eau du réservoir LG2. Rapport synthèse 1979-1980.* Rapport n° CRE-81/04. Québec, Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU), Université Laval. 148 p.
- SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1985a. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande, 1977-1984. Physico-chimie et pigments chlorophylliens.* Montréal, SEBJ. 158 p.
- SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1985b. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande, 1977-1984. Modélisation et simulation.* Montréal, SEBJ. 147 p.
- SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1981. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1979. Physico-chimie et pigments chlorophylliens.* Montréal, SEBJ. 95 p.
- SOCIÉTÉ MULTIDISCIPLINAIRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES DE MONTRÉAL (SOMER). 1992. *Guide méthodologique des relevés de la qualité de l'eau.* Préparé pour Hydro-Québec. 79 p. et ann.
- SYLVESTER, R.O., et R.W. SEABLOOM. 1965. « Influence of site characteristics on quality of impounded water. » *J. AWWA*, n° 57, p. 1528-1546.
- THÉRIEN, N. 1991. *Études des enjeux environnementaux associés à l'effet de serre suite à la création de réservoirs hydroélectriques.* Montréal, Hydro-Québec. 209 p.
- VAN COLLIE, R., S.A. VISSER, P.G.C. CAMPBELL et H.G. JONES. 1983. « Évaluation de la dégradation de bois de conifères immergés durant plus d'un demi-siècle dans un réservoir ». *Annls. Limnol.*, vol. 19, no 2, p. 129-134.
- WELCH, H. 1983. *Limnology of Saquagjuac Lakes. An Overview.* Présentation au 2<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Canadian Society of Limnologists, Winnipeg.
- WELCH, H.E., et M.A. BERGMANN. 1985. « Water circulation in small arctic lakes in winter. » *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, n° 42, p. 506-520.
- WETZEL, R.G. 1983. *Limnology.* Second edition. Saunders College Publishing.
- WETZEL, R.G. 1975. *Limnology.* Toronto, W.B. Saunders Co. 743 p.

# G

## Méthodes – Végétation

- Méthodes
- Fonctions et valeurs des milieux humides
- Carte G-1 : Stations d'inventaire de la végétation



## **G.1 Méthodes**

### **G.1.1 Objectifs**

L'étude de la végétation avait pour but de caractériser et de cartographier les milieux terrestres et les milieux humides de la zone d'influence ainsi que de mieux connaître la flore pour évaluer les impacts du projet sur la végétation et les espèces floristiques menacées ou vulnérables.

### **G.1.2 Milieu terrestre**

Le territoire à l'étude s'étend sur près de 3 km de part et d'autre du futur réservoir. La cartographie de la végétation terrestre a été réalisée à l'aide des cartes écoforestières du ministère des Ressources naturelles du Québec (édition de 1988) et des cartes des interventions forestières (éditions de 1993 à 1997). Leur analyse a permis de dresser une légende cartographique de 14 types de forêts et de 6 autres types d'habitats forestiers (plantations, coupes, brûlis, etc.). La cartographie brouillon a ensuite été mise à jour par photo-interprétation des photographies aériennes en noir et blanc à l'échelle de 1 : 15 000 de septembre 2001. Elle a par la suite été transcrite sur une carte de base à l'échelle de 1 : 20 000, puis numérisée. On a utilisé cette cartographie numérique pour la compilation des superficies de végétation terrestre.

Le travail de terrain a été effectué du 1<sup>er</sup> au 7 août 2002. Les stations d'inventaire de la végétation terrestre ont été distribuées selon un échantillonnage au jugé (Scherrer, 1984). Ces stations comprenaient un relevé de toutes les strates de végétation et de l'abondance des espèces ainsi qu'une description des paramètres abiotiques, tels que la nature et la texture du dépôt, le drainage, la pierrosité, la pente et l'exposition.

### **G.1.3 Milieux humides**

En ce qui concerne les milieux humides, le territoire à l'étude couvre la même zone que le milieu forestier, à laquelle s'ajoutent toutefois le tronçon aval de la rivière Péribonka (du PK 87 au PK 152) et le tronçon aval de la rivière Manouane (de l'embouchure au PK 10).

Un premier inventaire de la végétation riveraine a eu lieu à l'automne 2001 dans le but de servir de référence à la photo-interprétation subséquente. On a réalisé une cartographie sommaire des milieux humides au moment d'un survol, et on a inventorié quelques stations le long de la rivière Péribonka ainsi que dans le tronçon aval de la rivière Manouane (stations de 1 à 15). Chacune de ces stations a fait l'objet d'un relevé le long d'un transect, où chaque formation végétale distincte était décrite. Le relevé comprenait l'identification des espèces dominantes et une description des variables du milieu, soit la morphométrie de la rive et sa stabilité, la vitesse du courant, les niveaux d'implantation de la végétation, la texture du dépôt et le drainage.

La photo-interprétation des milieux humides a été effectuée à partir des photographies aériennes noir et blanc à l'échelle de 1 : 15 000 de septembre 2001. Dans le tronçon de la rivière Péribonka à l'aval des ouvrages et dans le tronçon aval de la rivière Manouane, on a également utilisé une couverture de photographies aériennes infra-rouge couleur à l'échelle de 1 : 15 000 de l'été 1997. Les milieux riverains ont été interprétés en vecteurs linéaires de différentes classes de largeur (de 0 à 5 m, de 5 à 10 m, de 10 à 25 m, de 25 à 50 m, de 50 à 100 m, et plus de 100 m) et selon le type d'habitats (marécage, marais, rivage et eaux peu profondes). Les milieux humides de superficies suffisamment grandes pour être cartographiés ont été délimités et classifiés en bog, marécage, marais ou eaux peu profondes. On a ensuite transcrit cette interprétation sur des cartes de base à l'échelle de 1 : 15 000 avant de les numériser. La cartographie numérique obtenue a par la suite permis de compiler les superficies de milieux humides et les longueurs de rivages.

On a ajouté de nouvelles stations pour le travail de terrain de l'été 2002 (stations 100 et plus). Ces stations ont fait l'objet de relevés conformes aux précédents. Les vastes herbiers du tronçon de la rivière Péribonka à l'aval des ouvrages ont été échantillonnés en embarcation motorisée. On a pu ainsi vérifier leur composition et leur profondeur.

#### **G.1.4 Flore vasculaire menacée ou vulnérable**

Une recherche sur la présence éventuelle de plantes vasculaires menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées a été effectuée auprès du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) à l'hiver 2002. On a également consulté les cartes de répartition des plantes menacées et vulnérables du Québec et du Canada (Labrecque et Lavoie, 2002 ; Argus et Pryer, 1990 ; COSEPAC, 2002). Selon l'ensemble de ces renseignements, aucune espèce menacée ou vulnérable n'était connue à ce jour dans la zone d'influence.

La méthode d'échantillonnage utilisée pour l'inventaire des espèces rares s'apparente à un « plan d'échantillonnage non aléatoire au jugé » (Scherrer, 1984). Cette méthode permet de maximiser les chances d'observer des espèces rares qui, par définition, sont toujours sous-échantillonnées par les techniques habituelles de sondage (Frontier, 1983). Les habitats potentiels ont été présélectionnés par photo-interprétation ou repérés au moment des survols en hélicoptère de l'été 2002. Ce sont essentiellement des habitats ouverts, c'est-à-dire non forestiers. Lorsqu'on découvre une population d'une espèce d'intérêt, on fait un relevé conforme aux normes du ministère de l'Environnement du Québec qui contient l'information suivante : taille et étendue de la population, liste des espèces compagnes avec indices d'abondance, structure de la formation végétale, description de l'habitat, photographies et, si c'est possible, récolte de spécimens justificateurs.

## G.1.5 Présentation des résultats

Sur la base de la cartographie de la végétation terrestre de la zone d'influence, on a effectué des investigations à 20 stations différentes. La carte G-1 montre l'emplacement de ces stations, l'emplacement des stations des milieux humides et l'emplacement des stations d'inventaire floristique. On a également dressé une cartographie des milieux humides et des 24 stations qui ont été distribuées à l'intérieur des secteurs à l'étude, soit 4 stations dans des tourbières et 20 stations en milieu riverain. En ce qui concerne la flore vasculaire menacée ou vulnérable, on a conduit un inventaire dans 31 habitats potentiels.

## G.1.6 Références

- ARGUS, G. W., et K. M. PRYER. 1990. *Les plantes vasculaires rares du Canada*. Ottawa, Musée canadien de la nature.
- COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEPA). 2002. *Espèces canadiennes en péril*. [En ligne]. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune. [www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/index\_f.cfm].
- FRONTIER, S. 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Québec, Masson et Les Presses de l'Université Laval.
- LABRECQUE, J., et G. LAVOIE. 2002. *Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec*. Québec, ministère de l'Environnement du Québec.
- SCHERRER, B. 1984. *Biostatistique*. Boucherville, Gaétan Morin Éditeur. 850 p.

## G.2 Fonctions et valeurs des milieux humides

### G.2.1 Description

#### *Fonctions hydrologiques*

Les milieux humides de la zone d'influence ont une faible influence relative sur l'hydrologie du bassin de la rivière Péribonka. Leur présence protège localement contre les inondations, limite l'érosion des rives et atténue les fluctuations des niveaux d'eau. Aussi, ces milieux, plus particulièrement les tourbières, contribuent à l'alimentation en eau des nappes phréatiques locales, qui sont par contre peu utilisées pour l'approvisionnement en eau.

#### *Fonctions biogéochimiques*

Les fonctions biogéochimiques des milieux humides concernés demeurent relativement faibles. Ces milieux ne drainent pas des terres agricoles, ne renferment pas de concentrations de substances nutritives assurant l'existence d'importantes populations fauniques et ne déversent pas de substances nutritives utiles dans les écosystèmes en aval. Par contre, ils participent localement à la stabilisation de l'écoulement des sédiments.



### ***Fonctions de l'habitat terrestre et aquatique***

Les milieux humides des rivières Péribonka et Manouane sont utilisés par le grand brochet comme aires de reproduction en période de crue et comme aires d'alevinage et d'alimentation. Plusieurs espèces de poissons fourrage utilisent aussi les herbiers aquatiques comme aires d'alimentation.

Les milieux humides sont également propices à la reproduction et à l'alimentation des amphibiens et des reptiles. La présence de trois espèces de salamandres, de la grenouille des bois, du crapaud d'Amérique et de la rainette crucifère dans la zone d'influence est associée en partie aux milieux humides présents.

Les marécages de la zone d'influence font aussi partie des habitats les plus riches, les plus diversifiés et les plus denses en termes d'espèces d'oiseaux. La sauvagine, surtout représentée par le canard noir, le garrot à œil d'or, la sarcelle d'hiver et la bernache du Canada ainsi que les oiseaux aquatiques et riverains fréquentent les milieux humides pour la reproduction, l'élevage des couvées ou comme halte migratoire.

Le castor utilise abondamment les marécages des rivières, ruisseaux et lacs alors que l'orignal fréquente les marais et les herbiers aquatiques durant la période estivale pour son alimentation. De plus, les marécages sont favorables à la présence de la gélinotte huppée, du lièvre d'Amérique et des mustélidés.

Enfin, deux espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec, soit le campagnol-lemming de Cooper et la musaraigne pygmée, sont associées aux milieux humides. La présence de ces espèces confère une certaine importance aux fonctions d'habitat faunique des milieux humides de la zone d'influence.

### ***Fonctions écologiques***

Les milieux humides de la rivière Péribonka sont, depuis nombre d'années, sous l'influence des débits déterminés par la gestion des aménagements de l'Alcan. Ils se composent de types d'habitats relativement abondants dans la région, et ils ne sont ni plus productifs ni plus diversifiés. Ils ne présentent donc pas de caractère d'unicité ou de rareté et ne sont pas considérés comme des exemples classiques de leur type. En somme, les milieux humides de la zone d'influence ont un rôle d'importance locale dans l'écosystème périphérique.

### ***Valeurs sociales, culturelles et commerciales***

La rivière Péribonka est depuis longtemps un axe important de circulation entre le lac Saint-Jean et le centre du Québec nordique. Historiquement, les points de confluence des cours d'eau servaient de lieux de rassemblement printanier. Les études environnementales ont d'ailleurs mis au jour quinze sites archéologiques situés en bordure ou à proximité de milieux humides. Le territoire étudié fait aussi partie d'une zone d'utilisation traditionnelle de la communauté inuite de Mashteuiatsh. À cet égard, le Conseil de bande identifie un site d'intérêt patrimonial à la confluence des rivières Manouane et Péribonka. Par ailleurs, les milieux humides concernés ne servent pas d'habitat à des espèces qui font l'objet d'une pêche commerciale et les tourbières présentes ne possèdent aucun potentiel d'exploitation de la tourbe.

### ***Valeurs esthétiques et récréatives***

Certains des milieux humides de la zone étudiée contribuent à la diversité des paysages, notamment à l'embouchure des rivières Manouane et au Serpent. Cependant, même si la rivière Péribonka est reconnue comme un élément d'intérêt esthétique, le paysage de la vallée n'est appréciable qu'en embarcation sur la rivière, les points d'observation terrestres étant rares et peu accessibles.

Par ailleurs, aucune activité récréotouristique ne vise spécifiquement les milieux humides de la zone d'influence. On pratique la navigation sur la Péribonka ainsi que la randonnée en VTT ou en motoneige et la cueillette de bleuets sur ses rives. L'ensemble des plans d'eau sont fréquentés pour la pêche sportive, alors que la chasse au petit gibier et à l'orignal s'exerce surtout à proximité de la rivière Péribonka. En raison de ses qualités esthétiques et des possibilités récréatives qu'elle offre, la vallée de la Péribonka fait partie des objectifs et des stratégies de développement touristique des commissions régionales. Cependant, aucun milieu humide de la zone d'influence ne recèle de potentiel de développement récréotouristique reconnu.

### ***Valeurs d'éducation et de sensibilisation du public***

Les milieux humides de la zone d'influence ne servent pas à des fins d'éducation ou de sensibilisation. Ils sont éloignés des centres urbains et peu accessibles. Ils ne suscitent pas d'intérêt particulier du public et ne sont pas visés par des programmes nationaux ou internationaux de conservation et de mise en valeur. Enfin, ces milieux humides n'appartiennent pas aux régions géographiques particulières mentionnées dans la *Politique fédérale sur la conservation des terres humides*, où les pertes de terres humides ou encore de fonctions des terres humides exigent des mesures spéciales.

## G.2.2 Impacts

Le tableau G-1 présente le bilan des pertes et altérations des fonctions et valeurs des milieux humides de la zone d’influence.

**Tableau G-1 : Bilan des pertes et altérations des fonctions et valeurs actuelles des milieux humides**

Fonctions et valeurs	Impacts prévus
Hydrologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible augmentation de l’infiltration et de l’alimentation des nappes phréatiques</li> <li>• Récupération à long terme des fonctions par la reconstitution de nouveaux écotones riverains</li> </ul>
Biogéochimiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation à court terme de la libération de nutriments</li> <li>• Libération de mercure pendant quelques années</li> <li>• Récupération à long terme des fonctions par la reconstitution de nouveaux écotones riverains</li> </ul>
Liées à l’habitat terrestre et aquatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte de milieux humides utilisés par la faune</li> <li>• Gain en habitat aquatique et eaux peu profondes</li> <li>• Récupération à long terme d’une partie des fonctions par la reconstitution des écotones riverains du réservoir et la création de nouveaux milieux humides par les castors déplacés</li> <li>• Atténuation de certains impacts par la mise en valeur d’un milieu humide et l’endiguement d’une baie</li> </ul>
Sociales, culturelles et commerciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ennoisement de sites archéologiques</li> <li>• Atténuation des impacts par la fouille des sites archéologiques touchés et la mise en valeur d’un site patrimonial</li> <li>• Faible modification à court terme des conditions d’exploitation de la faune par les autochtones</li> </ul>
Esthétiques et récréatives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible modification à court terme des conditions de pêche et de chasse.</li> <li>• Augmentation à long terme du potentiel de pêche.</li> </ul>

Les fonctions hydrologiques des milieux humides de la zone d’influence seront altérées par l’enneigement. On remarquera une augmentation de l’infiltration et de l’alimentation des nappes phréatiques ainsi qu’une augmentation à court terme de l’érosion des rives du réservoir. Les fonctions de protection contre les inondations et d’atténuation des fluctuations du niveau seront maintenues. Les fonctions touchées seront en partie récupérées par le développement à court et à long terme de nouveaux milieux humides, compte tenu des faibles variations du niveau du réservoir projeté.

Les milieux humides touchés par le projet contribuent à la stabilisation des sédiments et à l’apport de nutriments dans l’écosystème. L’enneigement devrait entraîner la libération à court terme de nutriments dont les effets se manifesteront à tous les échelons trophiques de l’écosystème aquatique. Au cours des premières années d’existence d’un réservoir, les matières organiques terrestres submergées sont soumises à une décomposition bactérienne accélérée favorisant la méthylation du

mercure. Toutefois, les résultats d'une simulation indiquent que la création du réservoir n'aurait aucun effet significatif sur la teneur en mercure dans la chair des poissons. Les fonctions biogéochimiques seront récupérées par le développement à court et long terme de nouveaux milieux humides sur les rives du réservoir projeté.

La création du réservoir occasionnera une perte de milieux humides affectant les fonctions d'habitat faunique, dont celles qui sont liées à la faune menacée ou vulnérable et à la sauvagine. Certaines espèces de poissons, tel le grand brochet qui utilise les milieux humides pour frayer, bénéficieront d'un gain appréciable en milieu aquatique et en eaux peu profondes. À court et à long terme, la reconstitution des milieux humides sur les rives du réservoir atténuera certains impacts sur l'habitat du castor. On estime que près de 11 ha de milieux humides seront ainsi créés.

On prévoit aussi la création d'un habitat d'alevinage par la mise en valeur d'un milieu humide favorisant le développement de marais et d'herbiers sur une superficie de 2,1 ha ainsi que la création d'un habitat d'alimentation de l'omble de fontaine par l'aménagement d'un bassin de 26 ha en amont du PK 6,0 de la rivière au Serpent. Ces mesures, prévues pour atténuer les impacts sur les poissons, participeront aussi à la réduction des impacts sur les fonctions d'habitat terrestre et aquatique des milieux humides de la zone d'influence.

La fouille des sites archéologiques touchés par le projet ainsi que la préservation et la mise en valeur du site patrimonial identifié par la communauté inue de Mashteuiatsh atténueront les impacts sur les valeurs socioculturelles, esthétiques et récréatives des milieux humides concernés.

### **G.2.3 Références**

- BOND, W.K., K.W. COX, T. HEBERLEIN, E.W. MANNING, D.R. WITTY et D.A. YOUNG. 1992. *Guide d'évaluation des terres humides. Rapport final du projet « Les terres humides ne sont pas des terres de désolation »*. Série de communications sur les terres humides durables, n° 1992-1. Ottawa, Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada).
- MILKO, R. 1998. *Directive pour les évaluations environnementales relatives aux milieux humides*. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune, Direction de la protection de la biodiversité.



# H

## Méthodes – Poissons

- Objectifs
- Méthodes
- Références



## H.1 Objectifs

Les travaux d'inventaire réalisés en 2001 et en 2002 visaient les cinq objectifs suivants :

- Décrire les milieux aquatiques.
- Caractériser les communautés et les populations de poissons.
- Effectuer le marquage et le suivi télémétrique.
- Caractériser la reproduction printanière.
- Caractériser la reproduction automnale.

## H.2 Méthodes

### H.2.1 Description des milieux aquatiques

#### H.2.1.1 Description générale

On a décrit les milieux aquatiques au moyen d'une grille de caractérisation dont les variables (écoulement, profondeur, substrat et végétation) sont déterminantes pour les poissons (voir le tableau H-1).

La grille prend en compte les éléments suivants :

- **Plaine d'inondation** — Zone en rive d'un cours d'eau qui est ennoyée en période de hautes eaux ; correspond aux marais définis dans la *Politique fédérale sur la conservation des terres humides* (Canada, ministère de l'Environnement, 1996).
- **Écoulement lentique** — Écoulement lent (vitesses de l'ordre de 0,2 m/s et moins).
- **Écoulement lotique laminaire** — Écoulement rapide caractérisé par une surface d'eau lisse (vitesses supérieures à 0,2 m/s).
- **Écoulement lotique d'eaux vives** — Écoulement caractérisé par des vitesses supérieures à 0,2 m/s et une perte de charge. La perte de charge peut être causée soit par une rupture de pente du lit du cours d'eau, soit par une section peu profonde de la rivière (haut-fond) créant une augmentation des vitesses du courant. Des remous sont perceptibles à la surface de l'eau. Les seuils, rapides, cascades et chutes sont compris dans ce type d'écoulement.

Les classes de profondeur retenues pour l'écoulement lentique et lotique laminaire sont de 0 à 2 m, de 2 à 5 m, de 5 à 15 m et de 15 m et plus (plus de 5 m pour l'écoulement lotique laminaire). Il n'y a que deux classes d'écoulement lotique d'eaux vives : de 0 à 3 m et plus de 3 m.

Le substrat dominant d'un tronçon de rivière à écoulement lentique ou lotique laminaire est subdivisé en deux classes granulométriques : grossier et fin. Un substrat grossier est caractérisé par une dominance de matériaux plus gros que le sable. Un substrat fin est composé de matériaux allant du sable au limon et à l'argile ; les



matériaux organiques sont aussi inclus dans cette classe. On a eu recours à une classification plus détaillée pour l'écoulement lotique d'eaux vives, soit la dominance de gravier-caillou, de bloc-galet ou de roche mère-bloc.

Le dernier critère de classification concerne la végétation aquatique émergente ou submergée, qui peut être présente ou absente. L'absence de végétation est décrite comme « dénudé ». La combinaison de tous ces paramètres permet d'identifier 24 types de milieux aquatiques (voir le tableau H-1).

Une attention particulière a été accordée aux obstacles à la migration des poissons. Ainsi, on a répertorié les chutes et les cascades dans la rivière Péribonka et ses tributaires, y compris la rivière au Serpent. Un survol en hélicoptère de l'ensemble des tributaires permanents et de certains tributaires intermittents a permis de compléter l'inventaire. Ces obstacles sont définis ainsi :

- **Chute** — Segment d'un cours d'eau qui présente une dénivelée abrupte. La chute est constituée de roche en place, comprenant parfois de gros blocs. Ce type d'obstacle est souvent infranchissable par la ouananiche et l'omble de fontaine en cours de migration.
- **Cascade** — Rupture de pente en forme d'escalier, où dominant les blocs et le roc. Ce type d'obstacle est généralement franchissable par les poissons, bien qu'il soit, à certains endroits, insurmontable pour les salmonidés.

Au cours des campagnes d'échantillonnage, on a recueilli des renseignements sur le substrat du littoral, sur la végétation aquatique et sur les vitesses du courant. Les types de substrat et les classes de granulométrie utilisés sont les suivants :

- roc (roche en place) ;
- bloc (de 250 à 500 mm de diamètre) ;
- galet (de 80 à 249 mm de diamètre) ;
- caillou (de 40 à 79 mm de diamètre) ;
- gravier (de 5 à 39 mm de diamètre) ;
- sable (de 0,12 à 4 mm de diamètre) ;
- argile et limon (moins de 0,12 mm de diamètre).

La caractérisation des frayères potentielles du doré jaune, de l'éperlan arc-en-ciel, de l'omble de fontaine, de la ouananiche et du grand corégone a généralement été faite en embarcation, sauf aux endroits difficiles d'accès, où on a utilisé un hélicoptère.

**Tableau H-1 : Classification des types de milieux aquatiques**

Écoulement	Profondeur (m)	Substrat	Végétation	Type
Plaine d'inondation (marais)				1
Lentique	0-2	Grossier <sup>a</sup>	Présente	2
			Dénudé	3
		Fin <sup>b</sup>	Présente	4
			Dénudé	5
	2-5	Grossier	Présente	6
			Dénudé	7
		Fin	Présente	8
			Dénudé	9
	5-15			10
	> 15			11
Lotique laminaire	0-2	Grossier	Présente	12
			Dénudé	13
		Fin	Présente	14
			Dénudé	15
	2-5	Grossier	Présente	16
			Dénudé	17
		Fin	Présente	18
			Dénudé	19
	> 5			20
	Lotique d'eaux vives	0-3	Gravier-caillou	
0-3		Bloc-galet		22
0-3		Roche mère-bloc		23
> 3				24
a. Grossier : plus gros que le sable. b. Fin : de même calibre ou plus fin que le sable.				

On a délimité les différents milieux aquatiques et les obstacles à la migration à partir de photos aériennes, de survols en hélicoptère, d'une vidéo verticale et d'observations effectuées en embarcation lors des inventaires. La vidéo verticale était géoréférencée et couvrait la rivière Péribonka de son embouchure jusqu'au barrage des Passes-Dangereuses. On a filmé de la même manière la rivière au Serpent, de son embouchure au PK 50, ainsi que la rivière Manouane, de son embouchure au PK 45. La hauteur de prise de vues permettait d'englober les deux rives, mais dans certains tronçons des rivières Péribonka et Manouane on a enregistré chaque rive séparément.

On a filmé jusqu'au premier obstacle infranchissable les principaux tributaires du secteur en aval du réservoir projeté (au nombre de 8) jusqu'au PK 95 de la Péribonka ainsi que le ruisseau Paule, un tributaire important de la rivière au Serpent, de l'embouchure jusqu'au lac de tête.

La cartographie des milieux aquatiques de la rivière Péribonka et de ses tributaires a été réalisée sur un fond de carte numérisé à l'échelle de 1 : 20 000. On a calculé la superficie des milieux ennoyés et résiduels à l'aide du logiciel MapInfo. Avant de reporter sur la carte les obstacles infranchissables par l'omble de fontaine, on les a d'abord observés au sol ou en hélicoptère, puis on a relevé leur position à l'aide d'un récepteur GPS. Le critère de détermination d'un obstacle infranchissable était une dénivellation verticale de 1 m.

### H.2.1.2 Caractérisation des tributaires

Dans le secteur du réservoir, les ruisseaux dont le bassin versant a une superficie de plus de 1,5 km<sup>2</sup> ont été considérés comme susceptibles de supporter une population d'ombles de fontaine. Ce critère correspond, dans la zone à l'étude, à la limite entre les ruisseaux intermittents et les ruisseaux permanents. On a ainsi caractérisé 34 tributaires dans le secteur du réservoir (voir la carte *Description du milieu*, feuillet 1). Dans le secteur en aval du réservoir, on s'est intéressé aux ruisseaux comportant un bassin versant de plus de 5 km<sup>2</sup> (16 ruisseaux). La désignation des ruisseaux retenus est constituée de la lettre T (pour tributaire) suivie de trois chiffres correspondant au nombre de kilomètres entre le tributaire et l'embouchure de la Péribonka ; un quatrième chiffre fournit une précision au dixième de kilomètre. Le code des tributaires de la rivière au Serpent commence par TS et est suivi de trois chiffres, dont les deux premiers représentent le nombre de kilomètres, et le troisième, les dixièmes de kilomètres. Pour les tributaires de la rivière Manouane, le code commence par TM.

Pour chacun des ruisseaux, on a déterminé les zones lenticues et lotiques à l'aide de données de terrain, par photo-interprétation, par vidéo verticale ou sur carte à partir de courbes de niveaux. Les ruisseaux du bassin versant de la rivière Péribonka sont, sauf exception, tous lotiques. Les zones lenticues ont été observées sur le terrain, par hélicoptère et par vidéo verticale ; on les trouve généralement à l'embouchure des ruisseaux et dans certains élargissements. Ces informations ont été retranscrites sur une carte numérisée à l'échelle de 1 : 20 000.

### H.2.1.3 Critères d'évaluation des frayères

Les critères d'évaluation du potentiel de fraie font référence au degré de certitude et à la répartition spatiale des frayères. Le degré de certitude passe successivement de potentiel à présumé, puis à confirmé :

- **Frayère potentielle** — Présence de conditions abiotiques adéquates.
- **Frayère présumée** — Présence de conditions abiotiques adéquates et observation de géniteurs ou d'alevins.
- **Frayère confirmée** — Présence d'œufs ou de nids, ou observation de comportements de fraie.

Au degré de certitude s'ajoute la répartition spatiale des frayères, qui peuvent être localisées ou diffuses. Une frayère localisée occupe une surface aux conditions abiotiques souvent homogènes et elle peut être délimitée, tandis qu'une frayère diffuse est caractérisée par un éparpillement de petites aires, souvent dans un habitat hétérogène. Il est donc difficile d'en évaluer la superficie. Les trois types de frayères (potentielle, présumée, confirmée) peuvent être localisées ou diffuses. Dans certains cas, on peut faire une évaluation plus précise du potentiel des frayères (faible, moyen, élevé) en se basant sur les conditions abiotiques préférentielles de l'espèce.

## H.2.2 Caractérisation des communautés et des populations de poissons

### H.2.2.1 Pêche

Les communautés de poissons sont décrites à partir des résultats des pêches effectuées entre le 26 août et le 13 septembre 2001. On a fait une deuxième campagne d'échantillonnage entre le 31 juillet et le 11 août 2002 dans les tributaires du secteur du réservoir uniquement.

La zone d'influence est caractérisée par un système fluvial majeur comportant de nombreux petits tributaires. Afin de déterminer l'utilisation de ces milieux par les poissons, on a utilisé plusieurs engins de pêche ayant chacun leur efficacité propre. De façon générale, on a échantillonné les grands systèmes à l'aide de filets maillants, tandis que l'équipement portatif de pêche électrique s'est montré plus efficace dans les petits milieux. On a utilisé les verveux dans l'embouchure des tributaires et dans les zones peu profondes à proximité des zones d'eaux vives, des milieux où les filets sont peu efficaces. Enfin, on s'est servi de la seine de rivage et des bourolles pour inventorier les petites espèces et les jeunes de l'année dans les zones plus calmes.

### ***Filets maillants***

Conformément au protocole du réseau de surveillance environnemental (RSE) d'Hydro-Québec (SOMER, 1992), on a inventorié chaque secteur de pêche à l'aide de trois types de filets. Les filets utilisés sont des filets maillants multifilaments de 45,7 m de longueur et de 2,4 m de hauteur, avec des mailles uniformes de 7,6 cm ou de 10,2 cm, ainsi que des filets expérimentaux de mêmes dimensions, dont les mailles varient de 2,5 à 10,2 cm. Les filets étaient disposés par paires : un filet expérimental avec l'un ou l'autre des filets maillants mentionnés. Ces filets restaient en place durant 48 heures, mais un relevé était effectué au bout de 24 heures.

Les filets maillants à mailles fixes visaient à optimiser la capture de spécimens réservés à l'étude du mercure, tandis que les filets expérimentaux servaient à calculer les rendements de pêche. On a calculé les rendements de pêche numérique (nombre de poissons par filet-jour) et pondéral (kilogrammes par filet-jour) avec les filets expérimentaux seulement, afin de pouvoir comparer ces rendements aux résultats d'études similaires. L'effort de pêche au filet expérimental s'est élevé à 48 nuits-filets pour le secteur en aval du réservoir et à 44 nuits-filets pour le secteur du réservoir.

### ***Verveux et filets-trappes***

On a disposé des verveux de taille moyenne à l'embouchure de tributaires afin de capturer des ombles de fontaine en migration. Les gros verveux utilisés dans le secteur du réservoir et dans la Manouane ont permis de capturer des ouananiches en montaison. Les résultats des pêches aux verveux sont exprimés de la même façon que les résultats des pêches aux filets maillants.

### ***Pêche électrique à l'aide d'un engin portatif***

Dans le secteur du réservoir, deux campagnes ont permis d'échantillonner à une ou deux reprises l'ensemble des tributaires de plus de 1,5 km<sup>2</sup> de bassin versant. On a employé un engin portatif de pêche électrique de type Smith-Root 15b ou Kofelt M18. L'équipement Smith-Root était muni d'une anode circulaire de 25 cm de diamètre et d'une cathode constituée d'un fil métallique ; les deux électrodes de l'appareil Kofelt, en forme de losange, étaient fixées sur des bâtons.

Dans le secteur du réservoir, 21 tributaires (rivière au Serpent incluse) ont été échantillonnés en 2001, tandis que 31 tributaires l'ont été en 2002, pour un total de 33 (20 tributaires ont été échantillonnés au cours de deux années). On a échantillonné un seul tributaire dans le secteur en aval du réservoir. Parmi les tributaires du secteur du réservoir, 13 ont été parcourus à la fois dans les parties aval (zone du réservoir projeté) et amont (zone non touchée par le réservoir), tandis que 13 autres ont été échantillonnés dans la partie aval et 7 seulement dans la partie amont. Parmi les tributaires où la présence de l'omble de fontaine était confirmée et dont l'accès permettait un échantillonnage plus complet, on a pratiqué des pêches par unité de

surface afin d'estimer la densité des juvéniles. On utilisera ces données pour évaluer la productivité des ruisseaux en omble de fontaine.

La méthode PotSafo (Lachance et Bérubé, 1999), choisie pour évaluer la productivité en omble de fontaine des tributaires, demande deux évaluations de densité effectuées sur deux années. L'échantillonnage de 2002 a donc permis de confirmer les densités observées en 2001 et de poursuivre l'évaluation de la densité d'ombles de fontaine dans les tributaires qui n'ont pas pu être échantillonnés en 2001.

On a pratiqué deux types d'échantillonnage : une évaluation précise de la densité et une évaluation rapide. Pour l'évaluation précise, trois stations lotiques et trois stations lentiques (lorsqu'elles étaient présentes) ont été fermées à l'aide de filets et échantillonnées en trois passes de pêche électrique. On a calculé la densité d'ombles de fontaine aux 100 m<sup>2</sup> à l'aide d'une méthode de régression (Zippin, 1958). Selon cette méthode, la densité de juvéniles dans une section est déterminée par l'ordonnée à l'origine d'une relation entre le nombre de captures à la passe *i* (pêche électrique) et le nombre total de captures aux passes précédentes. L'évaluation rapide se fait en effectuant une seule passe de pêche dans trois sections ouvertes représentatives du ruisseau. On évalue la densité en pondérant le nombre de captures par l'efficacité de capture des pêcheurs à la première passe de pêche électrique. L'efficacité de capture est la moyenne des rapports entre le nombre de captures au premier passage, durant les évaluations précises, et la densité totale évaluée par la méthode de régression. On a ainsi calculé l'efficacité de capture pour chaque équipe de pêche. Dans chacun des tributaires en aval et en amont de la limite du réservoir projeté et pour chaque type d'écoulement (lotique ou lentique), on a estimé la densité de poissons en calculant la moyenne arithmétique des campagnes et des stations de pêches.

Globalement, pour les deux années d'échantillonnage, l'évaluation précise a porté sur onze tributaires dans leur partie aval et sur 10 tributaires dans leur partie amont. L'évaluation rapide a porté sur 15 autres tributaires dans leur portion aval et sur 9 autres tributaires dans leur portion amont.

Sur le terrain, les poissons ont été remis à l'eau après leur identification et la prise des mesures de base ou ont été sacrifiés quand des analyses de mercure étaient requises. Les poissons susceptibles d'être matures et quelques spécimens par classe de taille ont été rapportés au laboratoire pour en prélever les écailles et les otolithes, et pour enregistrer les données de masse, de sexe et de maturité selon les critères de Buckmann (1929). On a conservé les gonades des femelles fécondes pour en compter les œufs. Les résultats des pêches électriques sont exprimés en abondance ainsi qu'en biomasse par unité de surface et par seconde de décharge électrique.

### ***Seine de rivage et bourolles***

Au cours des étés 2001 et 2002, on a eu recours à la seine de rivage pour échantillonner les juvéniles et les petites espèces telles que les cyprinidés. La seine était tendue perpendiculairement à la rive, en embarcation ou à pied, et refermée sur elle-même après un déplacement latéral d'environ 10 m. On a échantillonné 11 stations dans le secteur en aval du réservoir, 7 dans la rivière Manouane et 13 dans le secteur du réservoir. On a aussi disposé des bourolles dans neuf stations du secteur du réservoir et dans sept stations du secteur en aval du réservoir. Les résultats de pêche sont exprimés en abondance numérique de poissons par coup de seine ou par bourolle-nuit.

#### **H.2.2.2 Prélèvements**

Chez tous les poissons capturés, jusqu'à un maximum de 100 spécimens par espèce pour le secteur en aval du réservoir et de 100 spécimens par espèce pour le secteur du réservoir, on a prélevé et analysé les structures osseuses nécessaires aux lectures d'âge. Selon les espèces, les structures osseuses prélevées sont les suivantes :

- grand brochet : cleithrum et écailles ;
- doré jaune : opercule et écailles ;
- salmonidés : otolithe et écailles.

Toutes les structures osseuses ont été analysées par deux lecteurs différents. De plus, une troisième personne a relu 15 % des échantillons ; enfin, tous les spécimens dont les deux lectures d'âge ne concordent pas sont relus une troisième fois.

#### **H.2.3 Prise et analyse des données**

On a consigné l'information recueillie sur les fiches de terrain ainsi que les résultats des analyses de laboratoire (détermination de l'âge et données de mercure) dans la base de données d'Hydro-Québec (*Banque Poisson*, n° 2001506).

On a aussi calculé les données biométriques, telles que les minimums, maximums et moyennes des longueurs, des masses et des âges par espèce de poisson capturée et par zone.

Le coefficient de condition de Fulton (K) a été calculé de la façon suivante :

$$K = (\text{longueur du poisson} \times 100\,000) / \text{masse}^3$$

où la longueur est en millimètres et la masse en grammes.

Les observations sur le sexe et le stade de maturité ont permis d'établir les proportions de femelles, de mâles et d'immatures ainsi que le pourcentage de

maturité. On a déterminé le pourcentage de maturité à partir des poissons dont le stade de maturité était égal ou supérieur à 4 (Buckmann, 1929). Quant à l'âge moyen à la maturité sexuelle, il a été calculé à partir de la méthode de Lysack (1980). Cette méthode est difficilement utilisable lorsque certaines classes d'âge ne sont pas représentées, comme c'est le cas du doré jaune, du grand corégone, du grand brochet et de l'omble de fontaine prélevés en rivière ; le critère utilisé est alors l'âge auquel 50 % des spécimens atteignent la maturité sexuelle.

On a fait appel à la méthode de Magnin (1986) pour calculer le taux annuel total de mortalité. Pour chaque espèce, la pente entre les logarithmes naturels des captures et l'âge est utilisée comme coefficient de mortalité ( $Z$ ). La pente débute à l'âge où le maximum de captures est observé. Le taux de mortalité annuel ( $A$ ) est égal à :

$$A = 1 - e^{-Z}$$

## **H.2.4 Marquage et suivi télémétrique**

### **H.2.4.1 Campagne de pêche et de marquage**

Le suivi télémétrique de la ouananiche vise à obtenir des connaissances de base sur l'utilisation par cette espèce du bassin versant de la Péribonka entre les centrales de la Chute-du-Diable et de la Chute-des-Passes. Du 18 mai au 8 juin 2001, ainsi que du 31 mai au 27 juin 2002, on a effectué des pêches et procédé à des marquages dans les deux principaux secteurs d'alimentation printaniers qui ont été ciblés, soit la confluence des rivières Péribonka et Manouane et le lac Tchitogama. En parallèle, on a réalisé un suivi télémétrique du doré jaune. Le marquage de cette espèce a eu lieu du 18 mai au 8 juin 2001 et du 2 au 30 mai 2002. Le suivi du doré jaune visait principalement le secteur du barrage projeté, afin de vérifier les déplacements de reproduction de cette espèce dans cette portion du bassin de la Péribonka. Les ouananiches ont été recherchées près de leurs milieux d'alimentation printaniers et les dorés jaunes, près de leurs aires de reproduction.

Les ouananiches et les dorés jaunes ont été capturés à l'aide de filets maillants, de verveux et de filets-trappes. Les filets adaptés à la capture de ouananiches étaient aussi efficaces pour le doré jaune. Les filets maillants étaient composés de mailles de 5,1 cm (longueur étirée), leur hauteur était de 1,8 m, leur longueur, de 45,7 m ou de 15,2 m et ils étaient montés à 25 % (montage expérimental : quatre longueurs de filet pour une longueur de ralingue).

La pêche aux filets maillants devait limiter le plus possible les mortalités, ce qu'ont permis l'utilisation de filets montés à 25 % et les levées fréquentes au cours de la journée (toutes les deux ou trois heures) selon les conditions du milieu et les rendements de pêche. Dans les milieux présentant de faibles vitesses de courant, les filets étaient tendus de la rive vers le large, donc perpendiculairement à la rive. Lorsque le courant était plus soutenu, les filets étaient tendus soit de la rive vers le



large, formant un angle de 30° à 60° avec la berge, soit en pleine eau, parallèlement au courant.

On a disposé les verveux et les filets-trappes à des profondeurs de moins de 1,5 m et sous des courants moyens à élevés, de façon à capturer les poissons se déplaçant vers l'amont. Les prises ont été dénombrées par espèces puis mesurées. Le stade de maturité des espèces à reproduction printanière (doré jaune, grand brochet et meuniers) a été évalué par pression abdominale. L'ensemble des ouananiches capturées qui mesuraient plus de 450 mm ont été marquées. Enfin, les dorés jaunes de plus de 400 mm ont été marqués pour le suivi de la reproduction printanière (voir la section H.2.5).

Le marquage consistait à insérer un émetteur (ATS, modèle F1830) dans l'œsophage des poissons à l'aide d'un applicateur tubulaire en gardant quelques centimètres d'antenne à l'extérieur de la bouche. Ces manipulations ont eu lieu dans un bac d'eau alimenté en oxygène ; les spécimens y étaient gardés quelques minutes afin de vérifier leur état général, avant d'être remis à l'eau à l'endroit de leur capture. Les émetteurs ont une durée de vie d'environ deux ans. Les émetteurs utilisés en 2001 ont cessé leurs émissions durant l'hiver 2001-2002 pour les reprendre au printemps de 2002. En plus d'être équipés d'émetteurs, les poissons étaient marqués à l'aide d'une bague métallique à code individuel, fixée sur la nageoire adipeuse de la ouananiche et sur l'opercule du doré jaune.

#### H.2.4.2 Prise et analyse des données

On a noté les données de pêche sur des fiches de terrain fournies par Hydro-Québec et la description des habitats sur des fiches de caractérisation adaptées à ce projet. Les positions exactes des stations, des transects et des sites caractérisés ont été établies à l'aide d'un récepteur GPS (Garmin 12 XL) puis transférées dans une base cartographique géoréférencée (SIG) gérée à l'aide du logiciel MapInfo.

#### H.2.4.3 Campagne de suivi télémétrique

Le repérage télémétrique a été effectué à l'aide de suivis mobiles ou à partir de stations de réception à enregistrement continu. On a fait un total de 18 suivis mobiles (du mois de mai 2001 au mois de septembre 2002) en hélicoptère ou en bateau, selon les secteurs. Lors des suivis en hélicoptère, on a utilisé deux récepteurs avec des tables de fréquences différentes, afin que deux personnes puissent écouter simultanément. Ainsi, l'ensemble des fréquences pouvaient être écoutées dans un rayon d'environ 2 km lorsque l'hélicoptère se déplaçait à une vitesse d'environ 50 km/h. De cette façon, les risques de ne pas entendre un émetteur étaient très faibles. L'hélicoptère était équipé de deux antennes pointant dans des directions opposées, avant/arrière ou droite/gauche, selon le type d'hélicoptère. Une boîte de contrôle en cabine permettait d'écouter séparément un même signal capté par l'une ou l'autre antenne afin d'établir plus facilement la position de l'émetteur.

On a installé deux stations de réception permanentes pour enregistrer les déplacements et pour documenter l'utilisation et l'importance des principaux cours d'eau (rivières Péribonka, Manouane et au Serpent) comme aires de reproduction et d'alimentation pour la ouananiche et le doré jaune. La première station a été placée à l'embouchure de la rivière au Serpent, de façon à repérer les poissons qui se déplacent dans celle-ci et ceux qui utilisent la rivière Péribonka. En 2001, on a installé la deuxième station sur la rive gauche de la Manouane à environ 2 km de son embouchure dans la Péribonka, de façon à repérer le passage des poissons dans ce secteur. Cette station a été déplacée, en 2002, à la pointe nord de la confluence Péribonka-Manouane afin de mieux comprendre la dynamique de déplacement immédiatement à l'aval du barrage projeté. On a utilisé des récepteurs et des enregistreurs de données de marque ATS (R4000 et DCC II D5041) dans tous les cas, à l'exception de la station de la rivière au Serpent en 2001 (Lotek SRX 400-W16). Les appareils étaient alimentés par des batteries marines (12 volts) rechargées par un panneau solaire. La récupération des données a été effectuée à l'aide d'un ordinateur portatif lors des visites sur le terrain. Les stations réceptrices fixes étaient munies de quatre (en 2001) ou trois (en 2002) antennes placées à une hauteur d'environ 6 m afin d'optimiser la qualité du signal. On a vérifié la qualité du signal de réception en déplaçant des émetteurs témoins, à l'aide d'une embarcation, le long de la zone de réception couverte par la station. De plus, un émetteur témoin, situé dans la rivière face à une des antennes, permettait un contrôle quotidien du bon fonctionnement du système.

## **H.2.5 Reproduction**

Un survol en hélicoptère a permis d'évaluer sommairement le potentiel de reproduction de l'ensemble des espèces ciblées, puis de répartir en conséquence les efforts d'inventaire. Les inventaires ont aidé à confirmer l'utilisation de certains milieux. On a ensuite produit des fiches d'évaluation du potentiel de reproduction. Le territoire visé comprend le secteur du réservoir et ses tributaires, un tronçon d'environ 50 km du secteur en aval du réservoir et ses principaux tributaires ainsi que la portion aval de la Manouane.

### **H.2.5.1 Grand brochet**

Les frayères potentielles du grand brochet ont été déterminées sur le terrain et par photo-interprétation au cours du mandat de 2001. La campagne de terrain, du 2 au 30 mai 2002, visait à confirmer la présence de géniteurs. On a principalement ciblé les zones de plaine inondable et de végétation aquatique du secteur du réservoir et les embouchures de ses principaux tributaires ainsi que le secteur en aval du réservoir (sur 10 km) et l'embouchure de la rivière Manouane. Deux équipes ont échantillonné les géniteurs à l'aide de filets maillants et de verveux. La présence de brochetons a été confirmée à l'aide d'une seine durant l'été de 2002. On a également caractérisé les frayères durant la période de reproduction.

On a disposé neuf verveux et huit filets maillants, principalement aux endroits permettant de capturer des grands brochets en migration ou à proximité des frayères potentielles. Ces stations se trouvaient dans les embouchures de tributaires (T1446, T1447, T1531 et TM006), dans les canaux des îles en rive gauche de la Manouane (PK 1-1,3), dans les îles à l'embouchure de la rivière au Serpent ainsi que dans des zones lenticules de la Péribonka (PK 153,5, 154,1, 157,0 et 166,0). Les espaces visés étaient des zones d'eaux calmes en rive, des herbiers aquatiques submergés ou, dans le cas de la Manouane, des éricacées submergées.

#### H.2.5.2 Doré jaune

En général, le doré jaune fraie durant la nuit en avril ou en mai, lorsque la température de l'eau atteint et dépasse 6 °C, avec un pic de fraie à 8,0 °C. Les géniteurs se reproduisent généralement en rivière et quelquefois en lac près des berges, sur un substrat rocheux composé de galets et de cailloux, à des profondeurs inférieures à 3 m (Hazel et Fortin, 1986 ; Gendron, 1988b ; Gendron, 1994 ; Fondation de la faune du Québec, 1996). En eaux vives, la frayère du doré jaune est caractérisée par des zones de faible profondeur (inférieure à 2,0 m) et des vitesses de courant variant entre 0,4 et 1,5 m/s.

Après l'identification en hélicoptère des frayères potentielles, une équipe était chargée de caractériser les sites, d'échantillonner les géniteurs à l'aide de filets maillants et de verveux, et de récolter des œufs à l'aide de filets dérivants. Ces campagnes ont eu lieu parallèlement à la campagne de suivi télémétrique, soit du 18 mai au 8 juin 2001 et du 2 au 30 mai 2002.

##### H.2.5.2.1 Échantillonnage des géniteurs

Les dorés jaunes ont été capturés à l'aide de filets maillants, de verveux et de filets-trappes. Ces pêches répondaient au double objectif de suivi de la reproduction et de marquage pour la télémétrie. La méthode d'échantillonnage et les engins utilisés sont décrits à la section H.2.4.

##### H.2.5.2.2 Échantillonnage des œufs

Les œufs ont été échantillonnés à l'aide de filets de dérive. Durant la campagne de 2001, on a placé neuf stations de filets dérivants au PK 174 et trois au PK 177 de la Péribonka. On a échantillonné en 2001 sept stations dans la rivière au Serpent et cinq dans la Manouane. En 2002, l'échantillonnage ciblait la rivière au Serpent, où huit stations ont été visitées. Les filets ont été placés à des profondeurs variant entre 0,3 m et 2,0 m, dans des zones de courant moyen à rapide, et ils étaient relevés après une nuit d'échantillonnage. Leur contenu était trié sur place, moins de douze heures après la récolte, au laboratoire de terrain. On a fait un échantillonnage complémentaire au filet troubleau le 6 juin 2002 dans la rivière au Serpent.

### H.2.5.3 Ouananiche

Dans un premier temps, on a repéré les frayères potentielles de la ouananiche par des survols en hélicoptère et par des observations en bateau effectués durant l'été et l'automne de 2001. Alliance Environnement (2000) a identifié des frayères potentielles dans la Manouane ; des caractérisations sur le terrain en hélicoptère et en bateau ont permis de compléter et de préciser ces renseignements. Afin de préciser le type d'habitat utilisé et de suivre la chronologie de la fraie, on a étudié les frayères présumées de la rivière Manouane, notamment à la confluence avec la Péribonka et en amont du lac Duhamel, ainsi que celles de la rivière Duhamel.

La recherche de géniteurs s'est faite en 2001 et 2002 à l'aide du suivi télémétrique, de verveux, de pêche à la ligne, de filets maillants ainsi que d'observations en hélicoptère au moment présumé de la fraie. Durant l'été de 2001, on a disposé cinq verveux de manière à capturer des géniteurs de ouananiche en montaison. Le suivi télémétrique a permis de circonscrire les zones où les ouananiches avaient effectué une montaison.

#### *H.2.5.3.1 Caractérisation des frayères*

À partir des renseignements recueillis à la suite de la caractérisation physique des habitats et de la localisation des géniteurs, une équipe de deux ou trois plongeurs en apnée a effectué des relevés à chacun des endroits présentant un potentiel pour la reproduction de la ouananiche. En 2001, certaines aires de la Manouane, où le potentiel de fraie était jugé plus élevé, ont été visitées à deux reprises, la deuxième visite étant faite après la ponte présumée de l'espèce (températures de l'eau inférieures à 5 °C). L'équipe de plongée a caractérisé finement les frayères potentielles et confirmé la présence ou l'absence de géniteurs ou de nids. Les ouananiches repérées par télémétrie ont été suivies à partir du bateau, tandis que les plongeurs tentaient de les repérer.

La caractérisation des frayères et la recherche de nids ou de géniteurs en plongée se sont déroulés sur huit jours dans les rivières Péribonka et Manouane. Pour chacun des milieux caractérisés, les plongeurs effectuaient des transects en se laissant dériver au-dessus de la zone d'intérêt. À la suite de chacun des transects, on a reporté sur une carte à l'échelle de 1 : 5 000 les renseignements sur le substrat, les vitesses et les profondeurs. On a également pris en note les données sur le colmatage et la compaction du substrat. Ce travail de terrain a permis de délimiter des surfaces de substrat homogène et d'estimer visuellement la vitesse du courant et la profondeur de l'eau à l'intérieur de ces surfaces.

Les frayères dont le potentiel a été jugé moyen et élevé en 2001 ont été visitées en plongée lors de la campagne automnale de 2002. Au même moment, on a effectué une caractérisation et deux plongées entre les PK 16 et 21 de la rivière Duhamel.

On a utilisé une approche par indice de qualité d'habitat (IQH) pour déterminer le potentiel des frayères des ouananiches dans les rivières Péribonka et Manouane. Les paramètres de base étaient la composition du substrat, la vitesse du courant et la profondeur moyenne des surfaces homogènes caractérisées en plongée. Les courbes montrant l'indice de préférence dans le choix de ces paramètres physiques proviennent de deux études : celle de Leclerc et coll. (1996), et celle de Stanley et Trial (1995). Il y a concordance entre ces deux études pour ce qui est des vitesses de courant optimales pour la fraie. Elles sont de 0,45 à 0,68 m/s dans le premier cas et approximativement de 0,45 à 0,85 m/s dans le second. En revanche, les valeurs de profondeur les plus favorables sont plus élevées dans les travaux de Leclerc et ses collaborateurs (0,8 à 1,15 m) que dans ceux de Stanley et Trial (0,15 à 0,55 m). Dans le cadre de la présente étude d'impact, les courbes utilisées pour la vitesse et la profondeur intègrent les valeurs préférentielles des deux études. Ainsi, les vitesses optimales ont été établies entre 0,45 et 0,85 m/s et la profondeur optimale varie de 0,15 à 1,15 m. Pour ce qui est du substrat, on a repris la méthode présentée par Leclerc et coll. (1996). Dans cette étude, chaque classe de substrat reçoit une cote de 0 à 1 en fonction de son rang dans la composition de la zone d'intérêt. Selon ces auteurs, plus la composition du substrat est variée, plus grand est le degré de préférence pour la fraie. Un facteur de 1, de 0,66 ou de 0,33 est donc appliqué à l'indice de préférence du substrat ( $I_s$ ) selon que le substrat est composé de trois, de deux ou d'un seul type de matériau (Leclerc et coll., 1996).

On a calculé l'indice de qualité d'habitat (IQH) de chacune des aires où une plongée en apnée a été effectuée. Les IQH correspondent à la moyenne géométrique des indices de préférence de la vitesse ( $I_v$ ), de la profondeur ( $I_h$ ) et du substrat ( $I_s$ ). Selon la valeur de l'IQH, le potentiel de fraie est jugé nul ( $< 0,1$ ), faible (0,1 à 0,29), moyen (0,3 à 0,69) ou élevé (0,7 à 1,0). Aux endroits où le substrat était colmaté ou compacté, le qualificatif était diminué d'une classe. Lorsque le substrat était très colmaté ou très compacté, le qualificatif était diminué de deux classes. Bien que dans le modèle de Leclerc et de ses collaborateurs (1996) une dominance de blocs et de galets est associée à un indice de préférence de substrat de 0,1 à 0,19, le potentiel de ce type d'habitat a été considéré comme nul d'après les observations sur le terrain.

#### H.2.5.3.2 Omble de fontaine

Les frayères potentielles de l'omble de fontaine ont été déterminées au cours des inventaires de 2001 et de 2002. Les caractérisations au sol ont permis de situer les secteurs d'intérêt selon le faciès d'écoulement et la composition du substrat. Les captures de juvéniles durant l'été et de géniteurs à la fin de l'été et à l'automne ont confirmé l'utilisation de ces secteurs. L'omble de fontaine fraie généralement dans de petits systèmes aquatiques d'eaux vives, sur un substrat de gravier propre (sans sable ni limon) non compacté, à une profondeur variant de 0,1 à 1,0 m, avec des vitesses de courant modérées, de l'ordre de 0,2 à 0,9 m/s (Fondation de la faune du Québec et ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1996 ; Raleigh, 1982). La recherche

de juvéniles dans les tributaires, décrite dans la section H.2.2, a recouru en grande partie à la pêche électrique et, dans une moindre mesure, aux seines et aux bourolles.

Au cours de la campagne de description des communautés et de la campagne de reproduction automnale (2001), on a disposé des verveux de façon à capturer des géniteurs en montaison dans les entrées de tributaires et à quelques endroits dans la rivière Péribonka. De plus, les filets maillants utilisés pour la localisation des ouananiches ont permis la capture de géniteurs d'omble de fontaine à proximité de ruisseaux et de frayères potentielles.

#### H.2.5.4 Corégoninés

Le grand corégone, et les corégoninés en général, frayent durant l'automne, en octobre ou en novembre. Les géniteurs se rassemblent sur les frayères lorsque la température de l'eau se refroidit en deçà de 8,0 °C, avec un pic d'activité vers 6,0 °C (Scott et Crossman, 1974 ; Machniak, 1975 ; Gendron, 1988a ; Consortium Groupe de Recherche SEEEQ et Environnement Illimité, 1993 ; Gendron, 1995 ; Gendron et coll., 2002). Selon les espèces, les régions et l'évolution de la température de l'eau, la fraie peut se poursuivre jusqu'à une température de 3,0 °C. Ces espèces frayent aussi bien en lac qu'en rivière, mais utilisent davantage les milieux d'eaux vives lorsqu'ils sont disponibles. Globalement, la frayère des corégoninés est caractérisée par une vitesse de courant de 0,3 à 1,9 m/s (optimum : 0,4-1,4 m/s), une profondeur comprise entre 0,5 et 7,0 m (optimum : 1-5 m) et un substrat rocheux de dimensions variables allant du bloc au caillou (optimum : galet de 80-250 mm et caillou de 40-80 mm). Les œufs se développent dans les interstices du substrat durant tout l'hiver et les alevins émergent au printemps, généralement au cours du mois de mai.

Le suivi de la reproduction de la ouananiche et de l'omble de fontaine a donné lieu, durant l'automne de 2001, à des inventaires portant sur la recherche de concentrations de géniteurs corégoninés (grand corégone, grand corégone de forme naine et ménomini rond), en particulier aux embouchures de la rivière au Serpent et de la rivière Manouane ainsi que dans certains tronçons d'eaux vives de la Péribonka.

On a effectué une campagne de terrain complémentaire durant l'automne de 2002 afin de confirmer l'utilisation des zones de concentration de géniteurs identifiées à l'automne de 2001. Cet inventaire visait à documenter la migration de fraie du grand corégone provenant du secteur en aval du réservoir et à confirmer l'utilisation de certaines frayères, en particulier dans la rivière au Serpent et en amont du réservoir projeté.

Afin de vérifier le comportement de migration de fraie dans le secteur de la confluence des rivières Péribonka et Manouane, on a posé des verveux et des filets maillants dans 17 stations réparties en amont et en aval du site. On a mesuré tous les géniteurs et noté l'état de leur maturité sexuelle. Les spécimens en bon état ont été marqués à l'aide d'étiquettes « spaghetti » et remis à l'eau au lieu de capture.

Dans la rivière au Serpent et le secteur en aval de la centrale de la Chute-des-Passes (PK 185-187), on a échantillonné des géniteurs à l'aide de verveux et de filets maillants, et recherché des œufs au moyen de filets dérivants pour confirmer et localiser les frayères.

On a reporté sur une carte l'information relative à la reproduction automnale de chacune des espèces de corégoninés.

#### H.2.5.5 Éperlan arc-en-ciel

L'éperlan arc-en-ciel fraye généralement en ruisseau sur un substrat très variable de limon, de sable ou de gravier. Il peut également frayer en lac, sur les plages de sable, sur des hauts-fonds graveleux et parfois en eaux profondes. De façon générale, les géniteurs quittent les lacs pour remonter dans les embouchures des ruisseaux lorsque la température de l'eau s'élève au-dessus de 4 °C. La fraie se déroule principalement la nuit à des températures d'eau variant de 6 à 10 °C (fin avril et mai), à des profondeurs de 0,1 à 1,2 m et sous des courants de 0,2 à 1,0 m/s (Scott et Crossman, 1974 ; Plosila, 1984 ; Brassard et Verreault, 1995 ; Théberge et coll., 2000).

Au printemps de 2001, on a pêché l'éperlan arc-en-ciel dans les rivières au Serpent et Manouane, qui présentent un potentiel pour la reproduction de cette espèce. On a employé des verveux à mailles fines pour savoir si une montaison de reproduction avait lieu dans ces deux cours d'eau. De plus, on a systématiquement analysé les contenus stomacaux des dorés jaunes, des grands brochets et des ouananiches décédés pour vérifier la présence d'éperlans arc-en-ciel dans ces rivières.

### H.3 Références

- ALLIANCE ENVIRONNEMENT. 2000. *Dérivation partielle de la rivière Manouane. Étude d'avant-projet. Rapport sectoriel sur les poissons*. Préparé pour Hydro-Québec. 161 p. et ann.
- BELZILE, L., et M. VALENTINE. 1991. *Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan, avant-projet phase I. Étude environnementale, faune ichtyenne*. Vol. 2 : *Évaluation des impacts du projet sur la ouananiche et les autres espèces de poissons*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe Environnement Shooner et Centre écologique du Lac Saint-Jean. 161 p. et ann.
- BRASSARD, C., et G. VERREAULT. 1995. *Indice de qualité de l'habitat de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) anadrome de l'estuaire sud du Saint-Laurent*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. 33 p.
- BUCKMANN, A. 1929. « Die Methodik fishereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen ». *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, n° 9. Berlin, Urban und Schwarzenberg. 194 p.
- CANADA, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 1996. *Guide de mise en œuvre à l'intention des gestionnaires des terres fédérale. Politique fédérale sur la conservation des terres humides*. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune.

- CONSORTIUM GROUPE DE RECHERCHE SÉEEQ ET ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ. 1993. *Complexe Nottaway-Broadback-Rupert. Faune ichtyenne*. Vol. 4 : *Reproduction*. Préparé pour Hydro-Québec. 97 p. et ann.
- DOYON, J-F., et R. SCHETAGNE. 1999. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grand, phase 1 (1997-1998). Évolution des teneurs en mercure et études complémentaires*. Rapport conjoint du Groupe-conseil Génivar et d'Hydro-Québec. 89 p. et ann.
- FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC (FFQ). 1996. *Habitat du poisson : le doré jaune. Guide d'aménagement d'habitats*. Québec, Fondation de la faune du Québec. 20 p.
- FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC (FFQ) et MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (MEF). 1996. *Habitat du poisson. Guide de planification, de réalisation et d'évaluation d'aménagements*. Québec, MEF.
- GENDRON, M. 1995. *Étude de la reproduction des corégoninés dans le bief aval du barrage Mercier*. Préparé pour Hydro-Québec. Environnement Illimité. 10 p.
- GENDRON, M. 1994. *Étude de l'accessibilité printanière des frayères à Doré jaune dans les principaux tributaires du réservoir Basketong*. Préparé pour Hydro-Québec. Environnement Illimité. 49 p. et ann.
- GENDRON, M. 1988a. « Étude comparative de différents aspects de la biologie des populations de grands corégonés (*Coregonus clupeaformis*) nains et normaux du réservoir Outardes-2. » Mémoire de maîtrise. Montréal, Université du Québec à Montréal.
- GENDRON, M. 1988b. *Rivière-des-Prairies. Suivi de l'aménagement du haut-fond, synthèse 1982-1988*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 95 p.
- GENDRON, M., S. RENAUD, G. BOURGEOIS et C. THÉBERGE. 2002. *Projet de rééquipement et réhabilitation de la centrale aux Outardes-3. Étude de la fraie des corégoninés dans le bief aval de la centrale*. Préparé pour Hydro-Québec. Naturam Environnement, Groupe conseil Génivar et Environnement Illimité. 38 p. et ann.
- HAZEL, P.P., et R. FORTIN. 1986. *Le doré jaune (Stizostedion vitreum, Mitchill) au Québec. Biologie et gestion*. Rapport technique n° 86-04. Préparé pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Montréal, Université du Québec à Montréal. 417 p.
- LACHANCE, S., et P. BÉRUBÉ, 1999. *PotSaf0 2.0. Programme de calcul de la production potentielle de l'omble de fontaine en rivière. Guide de l'utilisateur*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 25 p.
- LECLERC, M., P. BOUDREAU, J.A. BECHARA et L. BELZILE. 1996. « Numerical method for modelling spawning habitat dynamics of Landlocked Salmon, *Salmo Salar* ». *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 12, p. 273-285.
- LYSACK, W. 1980. *Lake Winnipeg fish stock assessment program*. MS Report n° 80-30. Manitoba Dept. Nat. Res. 118 p.
- MACHNIAK, K. 1975. *The effects of hydroelectric development on the biology of northern fishes (reproduction and population dynamics). I. Lake whitefish Coregonus clupeaformis (Mitchill). A literature review and bibliography*. Technical Report n° 527. Fish. Mar. Serv., Res. Dev. Br. 67 p.
- MAGNIN, E. 1986. *Dynamique des populations de poissons. Description de quelques méthodes courantes*. Montréal, Université de Montréal, Département des sciences biologiques. 91 p.



- MESSIER, D., R. ROY et R. LEMIRE. 1985. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1978-1984. Évolution du mercure dans la chair des poissons*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 170 p. et ann.
- PLOSILA, D.S. 1984. « Spatial distribution of rainbow smelt spawning in the New York waters of Lake Champlain ». *N.Y. Fish Game J.*, n° 31, p. 109-111.
- RALEIGH, R.F. 1982. *Habitat suitability index models: Brook trout*. Document n° FWX/OBS-82/10.24. U.S. Dept. Int. Fish Wildl. Serv. 42 p.
- SCHETAGNE, R. 1989. *Qualité de l'eau, régions de La Grande-2 et Opinaca. Interprétation des données de 1988. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, phase 1*. Montréal, Hydro-Québec. 152 p.
- SCOTT, W.B., et E.H. CROSSMAN. 1974. *Poissons d'eau douce au Canada*. Bulletin n° 184. Ottawa, Environnement Canada. 1 026 p.
- SOCIÉTÉ MULTIDISCIPLINAIRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES DE MONTRÉAL (SOMER). 1992. *Guide méthodologique des relevés de la qualité de l'eau*. Préparé pour Hydro-Québec. 79 p. et ann.
- STANLEY, J.G., et J.G. TRIAL. 1995. *Habitat suitability index models: Non-migratory freshwater life stages of Atlantic Salmon*. Biological Science Report n° 3. U.S. Department of the Interior, National Biological Service. 18 p.
- THÉBERGE, C., M. HEPPELL et É. AUCLAIR. 2000. *Fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite. Suivi environnemental 1999*. Préparé pour Hydro-Québec. Naturam Environnement. 66 p. et ann.
- ZIPPIN, C. 1958. « The removal method of population estimation ». *J. Wildl. Manage.*, n° 22.1, p. 82-90.



## **Méthodes – Mercure dans la chair des poissons**

- Objectifs
- Méthodes
- Résultats
- Prévisions
- Références



## **I.1 Objectifs**

L'étude sur le mercure dans la chair des poissons visait les objectifs suivants :

- Caractériser les concentrations actuelles en mercure chez les principales espèces de poissons de la rivière Péribonka, de la rivière au Serpent et de la rivière Manouane, soit le grand corégone, le grand brochet, le doré jaune, l'omble de fontaine et la ouananiche.
- Prévoir les concentrations futures en mercure chez les principales espèces de poissons du secteur du réservoir et du secteur en aval.
- Émettre des recommandations relatives à la consommation de poissons.

## **I.2 Méthodes**

L'échantillonnage des poissons prévu pour la détermination des teneurs en mercure a été harmonisé avec les besoins de caractérisation de la faune piscicole. L'étude des communautés de poissons a été effectuée à l'aide des pêches expérimentales dans la rivière Péribonka, la rivière au Serpent et la rivière Manouane, ainsi que dans plusieurs tributaires du secteur du réservoir. Les spécimens qui ont été soumis à l'analyse du mercure ont été regroupés en fonction de deux zones, soit le secteur du réservoir et le secteur en aval. Le secteur du réservoir comprend les stations de la rivière Péribonka du PK 189 jusqu'au futur barrage (PE01), la rivière au Serpent (SP01) de son embouchure jusqu'au premier obstacle infranchissable (PK 1,6), et les stations situées dans la partie accessible des tributaires de la rivière Péribonka. Le secteur en aval du réservoir regroupe les stations de la rivière Péribonka du PK 151,7 jusqu'au PK 96 (PE02) et de l'embouchure de la rivière Manouane (MN01). Les zones ont été principalement échantillonnées entre le 26 août et le 13 septembre 2001 avec un complément des effectifs à la mi-octobre 2001.

### **I.2.1 Échantillonnage des poissons**

Comme spécifié dans le protocole du réseau de surveillance écologique (RSE) d'Hydro-Québec (Fréchette, 1980), les pêches ont été réalisées à l'aide de deux séries de filets. Une première série de filets est composée d'un filet maillant multifilament de 45,7 m de longueur sur 2,4 m de hauteur composé de mailles uniformes de 7,6 cm, couplé avec un filet expérimental dont les mailles varient de 2,5 à 10,2 cm. L'autre série de filets est composée d'un filet maillant multifilament de même longueur et de mailles uniformes de 10,2 cm, couplé avec un filet expérimental. Ces filets étaient installés durant une période de 48 heures, au cours de laquelle un relevé a été effectué après 24 heures. Un effort de 96 nuits-filets pour le secteur en aval du réservoir et de 88 nuits-filets pour le secteur du réservoir a été réalisé. Par ailleurs, on a effectué des pêches exploratoires à l'aide d'un verveux, d'un équipement portatif de pêche électrique, d'un filet-trappe, d'une seine de rivage et d'une bourolle. La majorité des poissons conservés pour les analyses de la teneur en mercure proviennent des pêches expérimentales qui ont été complétées par des pêches à l'électricité.

Les principales espèces visées au départ étaient le grand corégone, le grand brochet, le doré jaune et l'omble de fontaine. La ouananiche constituait une espèce incidente.

## **I.2.2 Prélèvements et analyses des données**

### **I.2.2.1 Mesures biologiques**

Au laboratoire de terrain, situé au Pavillon des Passes (Chute-des-Passes), tous les poissons capturés au moment des pêches ont été identifiés à l'espèce, mesurés (longueur totale :  $\pm 1$  mm) et pesés ( $\pm 5$  g). Le sexe et la maturité sexuelle ont été déterminés selon les critères de Buckmann (1929). Les lectures d'âge ont été effectuées au laboratoire d'Environnement Illimité à Montréal.

### **I.2.2.2 Échantillons de chair pour l'analyse de la teneur en mercure**

Parmi les quatre espèces visées au départ, le grand corégone, le grand brochet et le doré jaune ont été capturés en nombre suffisant pour réaliser les analyses du mercure et effectuer le traitement statistique des résultats dans une perspective de comparaison entre le secteur du réservoir et le secteur en aval. L'omble de fontaine a été capturé en nombre suffisant pour déterminer la concentration à la longueur standardisée pour le secteur du réservoir uniquement, aucun spécimen n'ayant été capturé en aval. La ouananiche et le corégone nain ont été analysés pour le mercure à titre descriptif parce que le nombre de spécimens capturés était trop faible pour permettre d'en faire le traitement statistique selon l'approche de régression polynomiale. Les classes de longueur requises pour chaque espèce sont indiquées au tableau I-1 (Schetagne et coll., 1996 ; Tremblay, Doyon et Schetagne, 1996).

Chez les espèces retenues pour les analyses de mercure, un échantillon de chair (environ 20 g sans peau ni arête) a été prélevé sur le côté droit du poisson. Pour les petites espèces, la chair a été prélevée des deux côtés du poisson afin d'obtenir une quantité suffisante de matière biologique. Le laboratoire Corporation des services analytiques Philip a procédé à l'analyse du mercure total dans la chair des poissons selon la méthodologie et les contrôles de qualité utilisés par Hydro-Québec depuis 1988.

### **I.2.2.3 Prise et analyse des données**

L'information recueillie dans les fiches de terrain et les résultats d'analyses de laboratoire (détermination de l'âge et données de mercure) ont été saisis dans la base de données *Banque Poisson* d'Hydro-Québec.

**Tableau I-1 : Nombre de spécimens capturés dans la rivière Péribonka à l'été 2001  
 pour l'analyse de la teneur en mercure dans la chair des poissons**

Espèces	Classes de longueur (mm)	Effectifs visés	Effectifs analysés
Grand corégone (longueur standardisée de 400 mm)	100 - 200	6	0
	200 - 300	6	1
	300 - 400	6	18
	400 - 500	6	21
	500 - 600	6	19
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>59</b>
Grand brochet (longueur standardisée de 700 mm)	< 400	0	6
	400 - 500	5	13
	500 - 600	5	13
	600 - 700	5	10
	700 - 800	5	12
	800 - 900	5	4
	900 - 1 000	5	1
	> 1 000	0	3
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>62</b>
Doré jaune (longueur standardisée à 400 mm)	200 - 300	6	2
	300 - 400	6	16
	400 - 500	6	20
	500 - 600	6	15
	600 - 700	6	1
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>54</b>
Omble de fontaine (longueur moyenne de 300 mm)	< 100	0	1
	100 - 150	6	5
	150 - 200	6	4
	200 - 250	6	3
	250 - 300	6	6
	300 - 350	6	5
	> 350	0	6
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>30</b>
Corégone nain (longueur moyenne de 136 mm)	< 150	5	5
	150 - 175	5	2
	175 - 200	5	0
	200 - 225	5	1
	225 - 250	5	0
	> 250	5	0
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>8</b>
Ouananiche (longueur moyenne de 443 mm)	100 - 200	6	0
	200 - 300	6	0
	300 - 400	6	2
	400 - 500	6	3
	500 - 600	6	1
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>6</b>

### **I.2.3 Contrôle de qualité**

À titre de contrôle de qualité dans les analyses de mercure, 10 % des poissons retenus pour l'analyse ont été expédiés en triplicata (échantillons fantômes) au laboratoire Corporation des services analytiques Philip à l'insu de ce dernier, à des fins de contrôle de qualité des analyses chimiques. La moyenne de ces coefficients de variation (C.V.) est de 3,8 % et les valeurs varient entre 0 et 9 % (voir le tableau I-2). Notons qu'un résultat d'analyse pour un échantillon de doré a été modifié par le laboratoire et qu'on a demandé la reprise de deux analyses pour un grand brochet (642 mm) dont la teneur initiale était inférieure à la limite de détection, et pour un grand corégone dont la teneur initiale a été confirmée.

Par ailleurs, le laboratoire a effectué un contrôle de qualité sur l'ensemble des échantillons qui lui ont été fournis en 2001, tous projets confondus, pour l'analyse de la teneur en mercure dans la chair des poissons. Le programme de contrôle de qualité portait sur 7 % des 1 431 échantillons soumis et comportait 98 groupes. La moyenne globale des coefficients de variation est de 6 %.

Globalement, la précision analytique des mesures faites en 2001 est de 5 % (coefficient de variation, réplicabilité) pour l'ensemble des niveaux de concentration. Aucune tendance ou biais systématique n'a été décelé dans les résultats de contrôle. La justesse moyenne des analyses est excellente (100,4 %) pour l'ensemble des contrôles certifiés et interlaboratoires (Barrette, 2002).

## **I.3 Résultats**

L'approche statistique utilisée pour décrire les conditions naturelles des teneurs en mercure dans quatre des espèces de poissons récoltées (grand corégone, grand brochet, doré jaune et omble de fontaine) dans la rivière Péribonka et ses affluents à l'été 2001 suit l'approche de régression polynomiale présentée par Tremblay et collaborateurs (1996). Cette analyse permet de comparer statistiquement des relations longueur-concentration d'allure différente (linéaire ou curviligne), par la forme et la position des courbes dans un graphique représentant les teneurs en mercure en fonction de la longueur des spécimens. Elle permet également de comparer des teneurs en mercure estimées pour une longueur standardisée plutôt que pour des teneurs moyennes (Schetagne, Doyon et Verdon, 1996).

**Tableau I-2 : Teneurs en mercure calculées pour les échantillons fantômes (triplicata) des poissons capturés dans la rivière Péribonka au cours de l'été 2001**

Espèce	Numéro des spécimens	Longueur totale (mm)	Mercure (mg/kg)	Moyenne (mg/kg)	Écart type	Coeff. variation (%)
Grand corégone	43 à 45	399	0,17 0,19 0,17	0,18	0,009	5
	83 à 85	465	0,16 0,16 0,13	0,15	0,014	9
	312 à 314	485	0,29 0,30 0,29	0,29	0,005	2
	1077 à 1079	443	0,17 0,17 0,17	0,17	0,000	0
	1208 à 1210	512	0,37 0,36 0,34	0,36	0,012	3
Grand brochet	59 à 61	465	0,37 0,40 0,38	0,38	0,012	3
	201 à 202	516	0,21 0,21 0,20	0,21	0,005	2
	262 à 264	520	0,45 0,45 0,44	0,45	0,005	1
	285 à 287	779	0,71 0,85 0,81	0,79	0,059	7
	655 à 657	820	1,00 0,98 0,96	0,98	0,016	2
	1090 à 1092	730	0,71 0,66 0,70	0,69	0,022	3
	1306 à 1308	430	0,24 0,25 0,25	0,25	0,005	2



**Tableau I-2 : Teneurs en mercure calculées pour les échantillons fantômes (triplicata) des poissons capturés dans la rivière Péribonka au cours de l'été 2001 (suite)**

Espèce	Numéro des spécimens	Longueur totale (mm)	Mercure (mg/kg)	Moyenne (mg/kg)	Écart type	Coeff. variation (%)
Omble de fontaine	436 à 438	332	0,27 0,25 0,27	0,26	0,009	4
	1168 à 1170	359	0,23 0,25 0,22	0,23	0,012	5
	1172 à 1174	293	0,11 0,11 0,11	0,11	0,000	0
Ouananiche	22 à 24	435	0,32 0,36 0,30	0,33	0,025	8
	207 à 209	490	0,22 0,20 0,20	0,21	0,009	5
Doré jaune	124 à 126	512	0,43 0,44 0,46	0,44	0,012	3
	266 à 268	505	0,68 0,63 0,62	0,64	0,026	4
	1378 à 1380	364	0,24 0,26 0,22	0,24	0,016	7
	1990 à 1992	517	0,83 0,94 0,90	0,89	0,045	5
<b>Moyenne</b>	—	—	—	—	—	<b>3,8</b>

Dans le cas de l'omble de fontaine, tous les spécimens ont été capturés dans le secteur du réservoir, de telle sorte qu'aucune comparaison n'est possible. On a donc utilisé l'approche statistique pour déterminer la teneur en mercure à la longueur standardisée. Dans le cas de la ouananiche et du corégone nain, la teneur moyenne en mercure total et la longueur moyenne des spécimens est une moyenne arithmétique (voir le tableau I-3).

**Tableau I-3 : Longueurs standardisées et moyennes des espèces capturées**

Longueur standardisée		Longueur moyenne	
Grand brochet	700 mm	Corégone nain	136 mm (N = 8)
Grand corégone	400 mm	Ouananiche	443 mm (N = 6)
Doré jaune	400 mm		
Omble de fontaine	300 mm		

On a validé, pour chacune des espèces récoltées, les teneurs en mercure total à l'aide de diagrammes de dispersion de la teneur en mercure en fonction de la longueur du spécimen.

Les données ont ensuite été transformées selon les recommandations développées pour différentes espèces à partir d'études antérieures<sup>[1]</sup> (Tremblay, Doyon et Schetagne, 1996). Une fois l'analyse de régression appliquée, les résidus standardisés (résidu standardisé = résidu/écart type de données) ont été examinés visuellement pour juger de la normalité des résidus et de l'homoscédasticité des variances.

Les modèles de régression obtenus à partir des données transformées ont donc été utilisés pour décrire les relations entre la teneur en mercure total et la longueur des poissons. Par souci de clarté et pour faciliter l'interprétation des résultats, les teneurs en mercure total estimées à l'aide des modèles de régression ont été inversement transformées, le cas échéant, dans les tableaux et les figures qui résument les résultats du traitement des données. Le modèle de régression appliqué est conforme à l'équation quadratique générale suivante (Tremblay, Doyon et Schetagne, 1996) :

$$[\text{Hg}] = C + (K_1 * \text{LTC}) + (K_2 \times \text{LTC}^2)$$

où :

C = une constante

$K_n$  = le coefficient des termes de l'équation

LTC = la longueur totale centrée

---

[1] Les méthodes de transformation proposées proviennent de l'interprétation des résultats obtenus dans le cadre du suivi du mercure dans les poissons au complexe La Grande.

On a effectué les calculs en appliquant une régression multiple avec validation des paramètres (*stepwise backward*) pour optimiser le modèle (Statgraphics 5.0). Les résultats du traitement des données permettent d'établir pour les différentes espèces la relation entre la teneur en mercure et la longueur, de tracer la courbe illustrant cette relation et de déterminer la teneur estimée en mercure total à la longueur standardisée. Un intervalle de confiance (95 %) basé sur l'écart type moyen du modèle (Tremblay, Doyon et Schetagne, 1996) a aussi été calculé. L'utilisation des descripteurs statistiques générés par l'analyse a été limitée aux étapes décrites préalablement.

### **I.3.1 Conditions d'application des traitements statistiques de l'analyse du mercure**

#### **I.3.1.1 Grand corégone**

La distribution des résidus standardisés en fonction de la longueur centrée<sup>[1]</sup> et l'histogramme de fréquence sont jugés adéquats et confirment la validité de la transformation (logarithme) des données de mercure pour cette espèce (voir la figure I-1) même si le test de vérification de la normalité (Shapiro-Wilk :  $p < 0,0104$ ) témoigne d'une distribution non normale. Cependant, l'application de transformations alternatives n'améliore pas la distribution des résidus standardisés. La transformation logarithme a donc été conservée.

#### **I.3.1.2 Grand brochet**

Les données de mercure transformées par la racine carrée satisfont aux conditions d'application du modèle de régression (voir la figure I-2). La distribution des résidus standardisés du modèle est normale (Shapiro-Wilk :  $p = 0,85$ ).

---

[1] La longueur totale centrée (LTC) est égale à la longueur mesurée moins la longueur moyenne. Le centrage de la longueur permet de réduire la corrélation entre les paramètres longueur et longueur au carré lorsqu'on applique la régression multiple.

### **I.3.1.3 Doré jaune**

Malgré la répartition inégale de l'effectif entre le groupe amont et le groupe aval, (amont = 19 ; aval = 35), l'analyse statistique a été appliquée sur les données afin de vérifier si une relation significative peut néanmoins être obtenue. Compte tenu de l'expérience antérieure, on peut conclure que les données de teneur en mercure pour le doré jaune ne nécessitent pas de transformation. Cependant, le test de vérification de la normalité (Shapiro-Wilk :  $p < 0,0397$ ) indique que la distribution des résidus standardisés du modèle basé sur les données brutes n'est pas normale. La transformation des données (logarithme et racine carrée) améliore la normalité des distributions mais a peu d'incidence sur la distribution des résidus standardisés en fonction de la longueur centrée. Par ailleurs, la variabilité dans le modèle semble induite principalement par les spécimens de taille équivalente ou supérieure à 510 mm qui proviennent surtout du secteur en aval du réservoir. Étant donné que le modèle racine carrée explique une plus grande partie de la variabilité et que l'on obtient un modèle polynomial, cette transformation a été conservée (voir la figure I-3).

### **I.3.1.4 Omble de fontaine**

Les données de mercure pour cette espèce ont été transformées selon la méthode stipulée (racine carrée). L'examen visuel de la distribution des résidus en fonction de la longueur totale centrée et de l'histogramme de fréquence permet d'établir que cette transformation satisfait aux conditions d'application du modèle de régression (voir la figure I-4). Cette transformation est confirmée par la vérification de la normalité (Shapiro-Wilk :  $p < 0,3007$ ). Celle-ci a donc été utilisée.

## **I.4 Prévisions**

L'évaluation des teneurs en mercure des poissons des milieux perturbés par le projet se fera à l'aide d'un modèle mathématique semi-empirique, développé par la Société d'énergie de la Baie James (Messier, Roy et Lemire, 1985), servant à simuler l'évolution des teneurs en mercure des poissons à la suite de la création de réservoirs.

Figure I-1 : Distribution des différences entre les valeurs prédites et mesurées de la teneur en mercure dans la chair du grand corégone – Rivière Péribonka, été 2001

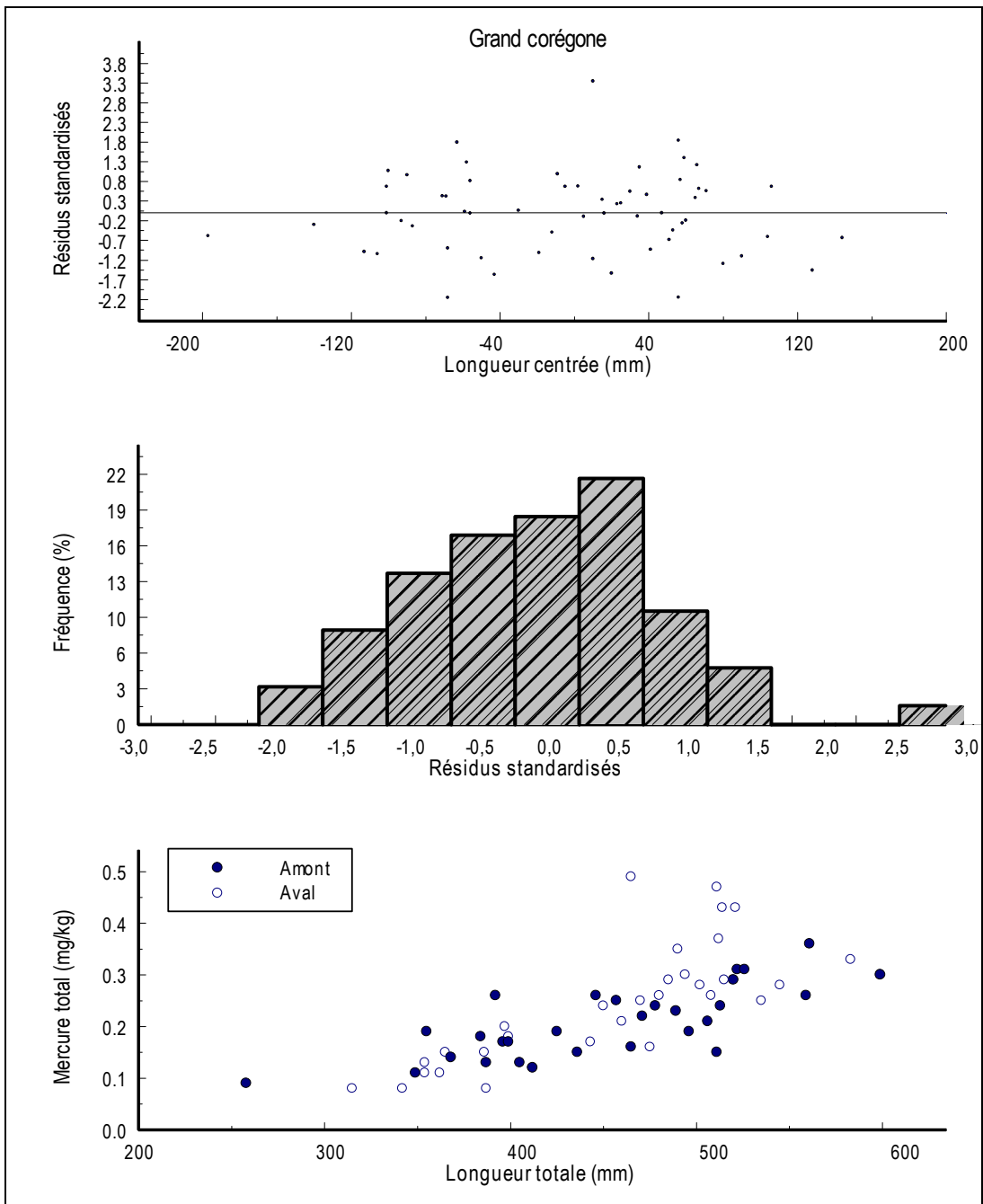


Figure I-2 : Distribution des différences entre les valeurs prédites et mesurées de la teneur en mercure dans la chair du grand brochet – Rivière Péribonka, été 2001

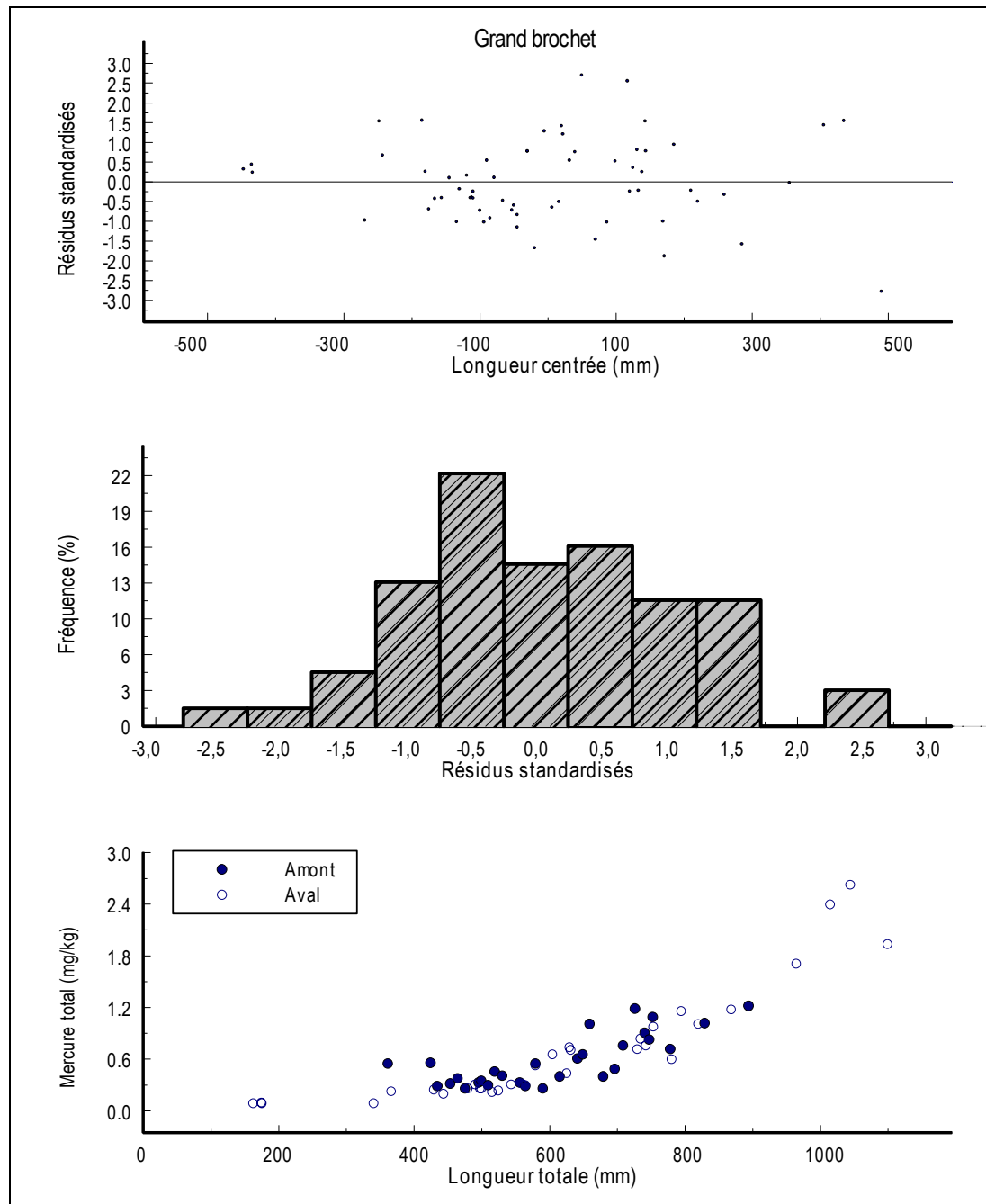


Figure I-3 : Distribution des différences entre les valeurs prédites et mesurées de la teneur en mercure dans la chair du doré jaune – Rivière Péribonka, été 2001

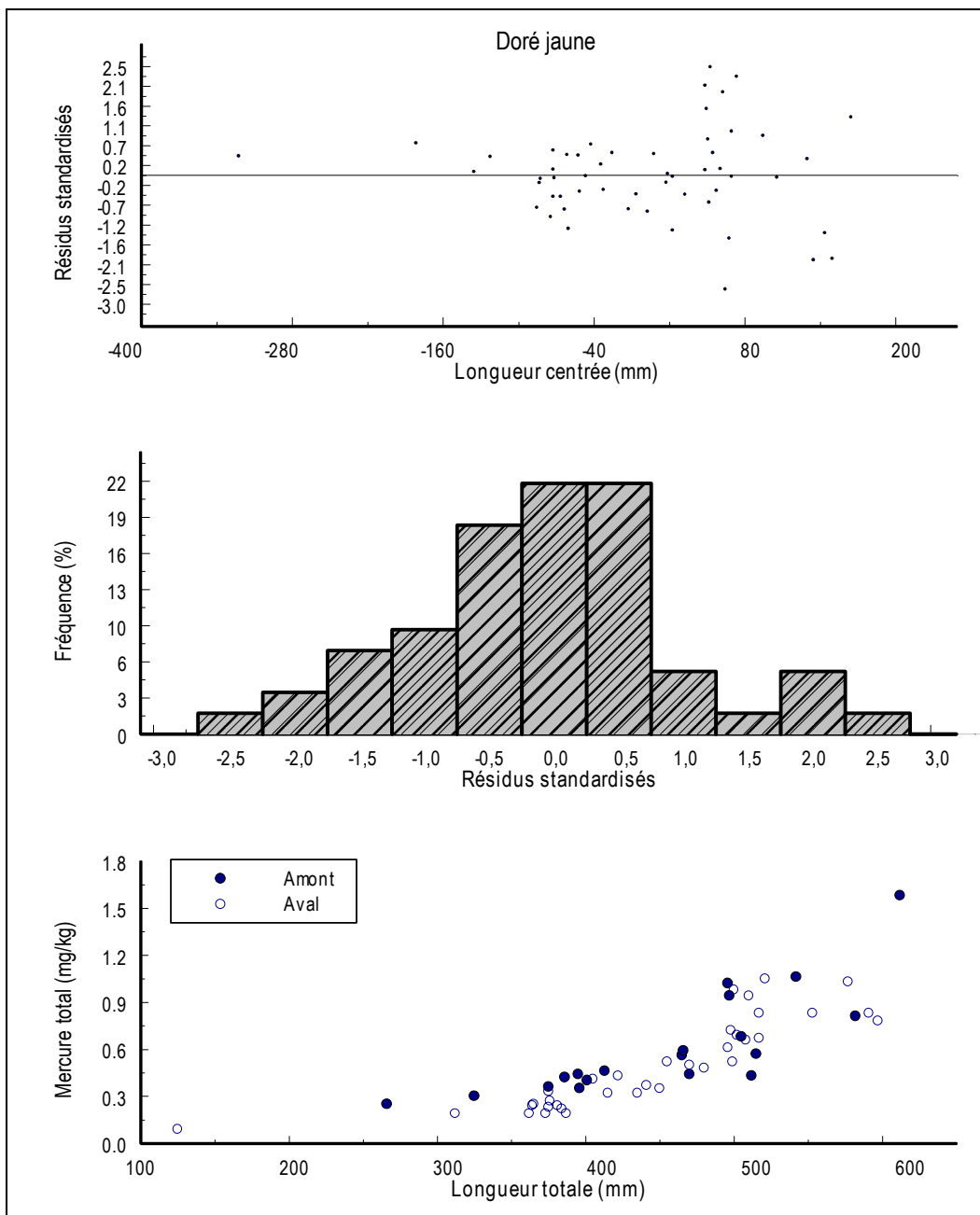
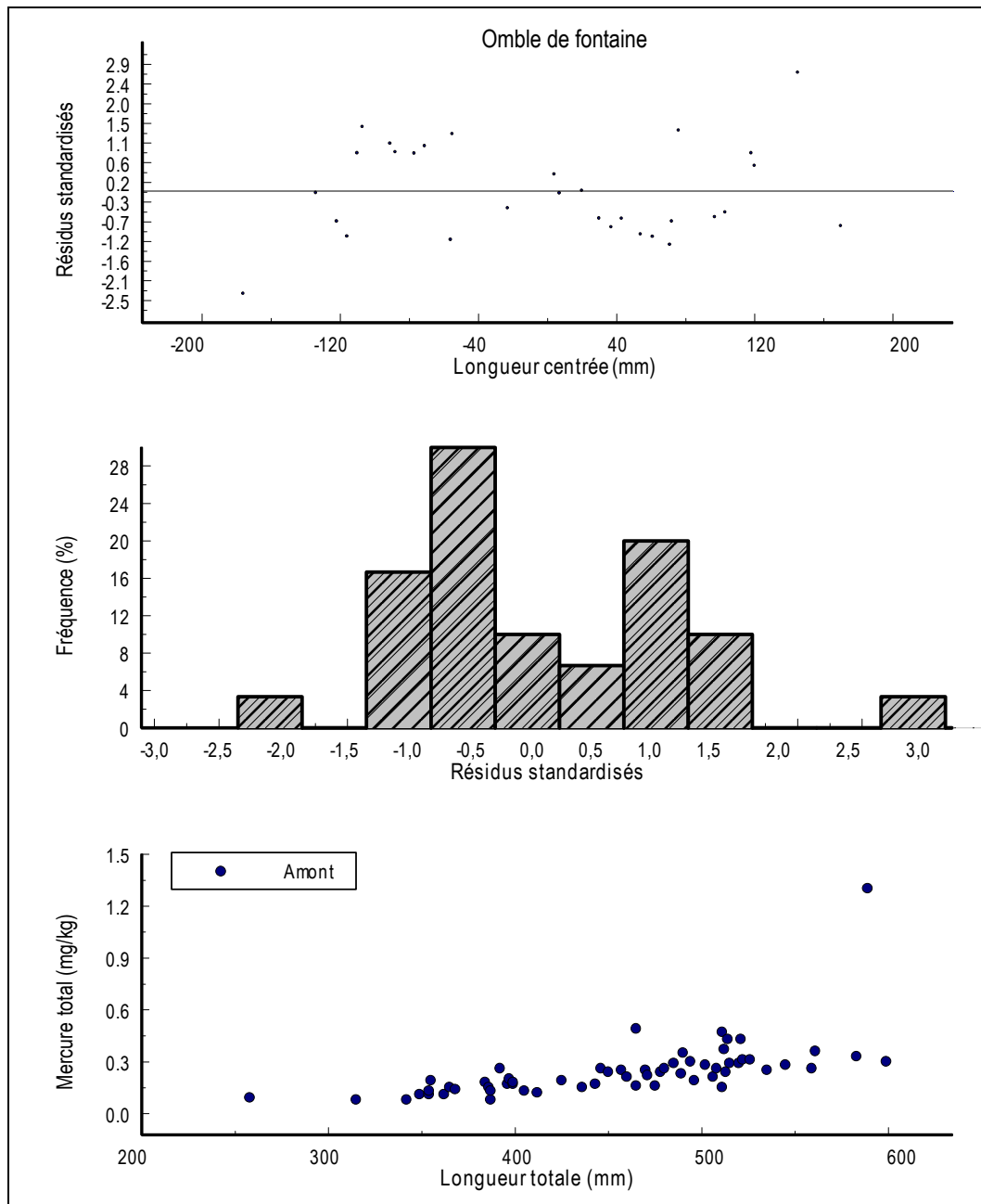


Figure I-4 : Distribution des différences entre les valeurs prédites et mesurées de la teneur en mercure dans la chair de l'omble de fontaine – Rivière Péribonka, été 2001





### I.4.1 Modèle de prévision

Le modèle est de type semi-empirique. Il considère la courbe de libération de phosphore, produite par le modèle de base de Grimard et Jones (1982), comme un indice de l'intensité de décomposition ; cet indice est transformé pour refléter le niveau de disponibilité du mercure pour les poissons.

La structure de base du modèle est présentée dans Messier et collaborateurs (1985). L'équation de Grimard et Jones est la suivante (équation 1) :

$$V[P_r]_t = \frac{P_i}{\emptyset} (1 - e^{-\emptyset t}) + \frac{aB}{\alpha - a} \left( \frac{e^{-at} - e^{-\emptyset t}}{\emptyset - a} + \frac{e^{-\emptyset t} - e^{-\alpha t}}{\emptyset - \alpha} \right) + V[P_r]_o e^{-\emptyset t}$$

où :

V = le volume du réservoir (m<sup>3</sup>) ;

[P<sub>r</sub>]<sub>t</sub> = la concentration de phosphore total des eaux du réservoir au temps t (en mg/m<sup>3</sup>) ;

P<sub>i</sub> = la charge totale provenant des apports (en mg/an) ;

∅ = la somme du coefficient de sédimentation (σ) et du coefficient de renouvellement des eaux (ρ) ;

a = le coefficient de remplissage du réservoir (par année) ;

α = le coefficient du taux de libération du phosphore (par année) ;

B = αKS<sub>max</sub> ;

K = le coefficient spécifique de libération du phosphore (en mg/m<sup>2</sup>) ;

S<sub>max</sub> = la superficie maximale de terres ennoyées (en m<sup>2</sup>) ;

t = le temps (en années) ;

et où α est différent de ∅ et ∅ est différent de a.

Le modèle a été légèrement modifié par la suite afin de le rendre plus souple et de tenir compte des nouveaux enseignements du suivi des teneurs en mercure des poissons du complexe La Grande.

Voici quelques précisions concernant l'équation 1 :

- Le coefficient de remplissage du réservoir (a), qui correspond au taux de remplissage du réservoir, a été remplacé par le coefficient de renouvellement des eaux ( $\rho$ ). Puisque le modèle est très peu sensible à ce premier paramètre (Hydro-Québec, 1992), cette façon de procéder permet d'utiliser des données disponibles à l'étape d'avant-projet.
- Le coefficient du taux de libération du phosphore ( $\alpha$ ) est égal à  $1/2 (365/X)$ , où X est la demi-vie de la matière organique en jours.
- Le coefficient spécifique de libération du phosphore (K), exprimé en  $\text{mg P} / \text{m}^2$ , est remplacé par la quantité de matière organique décomposable, exprimée en  $\text{mg C} / \text{m}^2$ . Il existe une relation entre la quantité de matière organique d'un sol et d'une végétation, exprimée en g C, et sa teneur en phosphore. Parmi les données tirées de la documentation spécialisée, une valeur de 1 mg de phosphore par gramme de matière organique a été choisie pour le territoire de la Baie-James (Hydro-Québec, 1992).

L'indice de décomposition est déterminé par l'équation suivante (équation 2) :

$$I_t = [Pr]_o + b ( [Pr]_t - [Pr]_o )$$

où :

- $I_t$  = l'indice de décomposition au temps t ;
- $[Pr]$  = le niveau de phosphore déterminé à l'aide de l'équation 1 ;
- b = désormais une constante fixée à 4.

Dans les équations 3 et 4 de la page 139 du rapport de Messier et collaborateurs (1985), la demi-vie du mercure dans les poissons, d'abord fixée à 700 comme au sud du Manitoba, est maintenant variable pour que le modèle puisse être appliqué à des réservoirs situés dans des zones climatiques différentes.

De plus, une option de simulation permet la modification du taux de transfert du mercure du poisson non piscivore au poisson piscivore pour tenir compte de la présence ou de l'absence, dans le réservoir, de « superprédation », c'est-à-dire de poissons piscivores (surtout le brochet) qui s'alimentent régulièrement d'autres poissons piscivores. Dans le réservoir Robert-Bourassa, des analyses de contenus stomacaux ont révélé que les grands brochets, quelques années après la mise en eau, se nourrissaient d'une grande variété de proies et que près de 60 % de leur régime alimentaire était constitué de poissons piscivores, soit de brochets, de dorés et de lottes (Schetagne, Doyon et Verdon, 1996). En conséquence, dans les réservoirs où les brochets se nourrissent en grande partie d'autres poissons piscivores (réservoirs Robert-Bourassa, Opinaca et La Grande 3), ils atteignent des teneurs plus élevées que dans les réservoirs où ils se nourrissent essentiellement de poissons non piscivores, comme dans celui de Caniapiscau.

Bien qu'il ne soit pas de type mécaniste, le modèle utilisé fait intervenir dans les calculs les principaux facteurs reconnus comme jouant un rôle dans la problématique du mercure en réservoir : la superficie terrestre ennoyée, le volume du réservoir, le taux annuel de renouvellement des eaux, la quantité de matière organique décomposable, la demi-vie de cette matière organique, la demi-vie du mercure dans les poissons et la relation de transfert entre les espèces non piscivores et piscivores (Brouard, Doyon et Schetagne, 1994).

Le modèle a été calibré à l'aide des teneurs en mercure du grand corégone et du grand brochet obtenues au réservoir Robert-Bourassa quelques années après la mise en eau et il a bien simulé les valeurs subséquentes mesurées dans ce réservoir (voir le tableau I-4).

Le modèle prévoit avec justesse l'évolution des teneurs du grand corégone et du doré jaune, mais il accélère chez le grand brochet le retour à des teneurs représentatives des milieux naturels. Ce retour plus lent que ne le prévoit le modèle s'expliquerait par la durée, plus longue que prévue, du phénomène de consommation de poissons piscivores par les grands brochets dans ce réservoir (Schetagne, Doyon et Verdon, 1996 ; Doyon et Schetagne, 1999). Il importe de signaler à cet égard que la consommation de poissons piscivores par les grands brochets ne devrait pas augmenter dans le réservoir projeté à la suite du remplissage initial ; en effet, le temps de séjour des eaux sera court dans ce réservoir au fil de l'eau, ce qui ne devrait pas favoriser les espèces piscivores. On peut donc considérer que le modèle fournit une évaluation valable de l'ordre de grandeur des teneurs en mercure de la chair des poissons.

#### **I.4.2 Données de base utilisées**

Les espèces de poissons dont on prévoit les teneurs en mercure sont prisées par les pêcheurs et seront relativement abondantes dans le réservoir projeté. Des prévisions n'ont pas été faites pour les ouananiches, car elles sont absentes de la partie amont de la rivière Péribonka, où sera créé le réservoir. En ce qui concerne la partie aval de la rivière, les données obtenues en conditions naturelles permettent de supposer que les teneurs moyennes seront intermédiaires entre les valeurs prévues chez les grands corégonnes et les valeurs prévues chez les dorés. En ce qui concerne l'omble de fontaine, qui préfère les ruisseaux, il est peu probable qu'il devienne abondant dans le nouveau réservoir. Des prévisions ont tout de même été effectuées pour cette espèce, mais ne sont données qu'à titre indicatif.

**Tableau I-4 : Valeurs simulées et mesurées des teneurs en mercure des poissons  
 du réservoir Robert-Bourassa**

Âge du réservoir	Teneurs en mercure total des grands corégones (mg/kg)		Teneurs en mercure total des grands brochets (mg/kg)		Teneurs en mercure total des dorés jaunes (mg/kg)	
	Valeur simulée	Valeur mesurée	Valeur simulée	Valeur mesurée	Valeur simulée	Valeur mesurée
0 an	0,2		0,6		0,6	
1 an	0,3		0,7		0,7	
2 ans	0,4		0,9		0,8	
3 ans	0,5	0,5	1,1	1,3	1,0	2,0
4 ans	0,6		1,4		1,2	
5 ans	0,6	0,5	1,9	2,7	1,6	2,5
6 ans	0,6		2,3		1,9	
7 ans	0,6	0,4	2,6	2,4	2,2	2,4
8 ans	0,5		2,9		2,5	
9 ans	0,5	0,4	3,2	3,2	2,7	2,7
10 ans	0,4		3,4		2,8	
11 ans	0,4	0,3	3,3	3,3	2,8	2,8
12 ans	0,4		3,3		2,8	
13 ans	0,3	0,4	3,2	3,2	2,7	2,4
14 ans	0,3		2,9		2,5	
15 ans	0,3	0,3	2,7	3,0	2,3	2,2
16 ans	0,2		2,5		2,1	
17 ans	0,2	0,2	2,1	2,5	1,8	1,8
18 ans	0,2		1,8		1,6	
19 ans	0,2	0,2	1,6	2,3	1,4	1,5
20 ans	0,2		1,4		1,2	
21 ans	0,2	0,2	1,2	2,2	1,1	1,3
22 ans	0,2		1,1		1,0	
23 ans	0,2		1,0		0,9	
24 ans	0,2		0,9		0,9	
25 ans	0,2		0,9		0,8	
26 ans	0,2		0,8		0,8	
27 ans	0,2		0,8		0,7	
28 ans	0,2		0,7		0,7	
29 ans	0,2		0,7		0,7	
30 ans	0,2		0,7		0,7	

Le tableau I-5 présente les données utilisées pour simuler les teneurs en mercure des grands corégones, des ombles de fontaine, des grands brochets et des dorés jaunes du secteur touché par le projet.

**Tableau I-5 : Données utilisées pour simuler la teneur en mercure dans les poissons du réservoir Robert-Bourassa et du réservoir projeté**

Données	Réservoir Robert-Bourassa	Réservoir projeté
Superficie terrestre ennoyée (km <sup>2</sup> )	2 639	26
Volume du réservoir (km <sup>3</sup> )	62,4	1,1
Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	1 700	438
Taux annuel de renouvellement des eaux	0,86	12,8
Concentration initiale de phosphore (ppb)	9	5
Taux annuel de disparition du phosphore	1,67	10
Indice de la quantité de matière organique décomposable (g C labile / m <sup>2</sup> )	530	600
Demi-vie de la matière organique (jours)	600	500
Concentration initiale de mercure (ppm) :		
Grand corégone	—	0,16
Omble de fontaine	—	0,15
Doré jaune	—	0,35
Grand brochet	—	0,69
Demi-vie du mercure dans le poisson (jours)	1 000	900

La teneur initiale en phosphore total qui a été retenue provient des relevés de la qualité de l'eau effectués en 2002 sur le cours principal de la Péribonka, en amont et en aval de l'emplacement du barrage projeté.

Le taux de disparition du phosphore par année ( $\phi$ ) est la somme du taux de sédimentation ( $\sigma$ ) et du taux de renouvellement des eaux ( $\rho$ ). Dans le cas du réservoir Robert-Bourassa, à partir duquel le modèle a été calibré, la valeur de 1,67 correspond à un  $\rho$  de 0,86 (pour un débit moyen annuel de 1 700 m<sup>3</sup>/s) et à un  $\sigma$  de 0,8, suggéré par Grimard et Jones (1982).

Pour le réservoir projeté, qui présente un court temps de séjour moyen des eaux (moins de un mois), une valeur inférieure au taux de renouvellement des eaux ( $\rho$ ) a été attribuée à  $\phi$ . Cette façon de faire semble la plus appropriée, car les études réalisées au complexe La Grande suggèrent que le mercure passe très rapidement dans la chaîne alimentaire, de sorte que les taux de sédimentation et d'exportation vers l'aval sont vraisemblablement inférieurs à ceux du phosphore, sur lequel le modèle est basé.

L'indice de la quantité de matière organique décomposable provient de la campagne de caractérisation préliminaire de la phytomasse ennoyée réalisée en 1991 (Association Poulin Thériault – GCC, 1992) ainsi que de la fraction labile de Van Soest (1970). Les valeurs obtenues pour la région de l'Ashuapmushuan ont été jugées les plus appropriées pour la région de la Péribonka. La méthode utilisée dans le cadre de cette caractérisation est décrite en détail dans le document de Van Soest. Il importe de souligner que les treize composantes organiques suivantes ont été mesurées lors de cette étude :

- strate arborescente :
  - troncs-écorces des arbres vivants,
  - branches des arbres vivants,
  - aiguilles ou feuilles des arbres,
  - troncs-écorces des arbres morts,
  - branches des arbres morts,
  - cônes ;
- strate arbustive :
  - tiges des arbustes,
  - feuilles des arbustes ;
- couvre-sol :
  - bois morts à la surface du sol,
  - horizon L (inclut la végétation herbacée, les mousses, les lichens ainsi que l'horizon Of des sols organiques),
  - racines de l'horizon L,
  - horizon FH (inclut les horizons Om et Oh des sols organiques),
  - racines de l'horizon FH.

Cependant, de toutes ces composantes, seuls les aiguilles ou les feuilles des arbres et des arbustes ainsi que l'horizon L (incluant la végétation herbacée, les mousses, les lichens et l'horizon Of des sols organiques) ont été retenus pour les simulations (voir le tableau I-6).

Ces composantes regroupent la plus grande part de la biomasse décomposable durant une période de cinq à dix ans, qui correspond à la durée de modification de la qualité de l'eau des réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa (Thérien, 1991 ; Schetagne, 1989). En effet, la partie ligneuse des arbres et des arbustes se décompose très lentement. Selon une étude réalisée dans la région du réservoir Gouin, les troncs de conifères auraient perdu moins de 1 % de leur biomasse après 55 ans d'ennoisement (Van Collie et coll., 1983).

**Tableau I-6 : Évaluation de l'indice de la quantité de matière organique décomposable du secteur ennoyé par le réservoir projeté**

Composante	Indice de la quantité de matière organique décomposable (g C labile / m <sup>2</sup> )	
	Région du complexe La Grande	Région de la rivière Péribonka <sup>a</sup>
Aiguilles ou feuilles des arbres	70	110
Feuilles des arbustes	20	20
Horizon L	440	470
<b>Total</b>	<b>530</b>	<b>600</b>

a. Valeurs obtenues dans la région de l'Ashuapmushuan.

De plus, les observations et les résultats des études de la Chaire en environnement Hydro-Québec/CRSNG/UQAM (1993) indiquent que les tiges des arbustes et les branches des arbres ne sont que peu décomposées après 60 ans d'enneiement et que même la litière forestière est à peine attaquée après une douzaine d'années.

Les valeurs retenues de l'indice de la quantité de matière organique décomposable sont de 530 g de carbone labile au mètre carré ennoyé pour le réservoir Robert-Bourassa et de 600 g pour le réservoir projeté. Cette valeur produira des prévisions prudentes, car elle ne tient pas compte du déboisement qui pourrait avoir lieu avant le remplissage initial. Ce déboisement diminuera la quantité de feuilles et d'aiguilles d'arbres ennoyés si les résidus de coupe sont brûlés.

La demi-vie de la matière organique décomposable a été fixée à 600 jours au réservoir Robert-Bourassa, en fonction des taux d'augmentation de phosphore mesurés dans l'eau dans le cadre du réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (Schetagne et Roy, 1985). Pour le réservoir projeté, cette valeur a été légèrement diminuée pour tenir compte du climat moins froid. Compte tenu de la latitude et de l'altitude, une valeur de 500 jours a été retenue.

Les teneurs initiales retenues correspondent aux valeurs moyennes obtenues aux longueurs standardisées pour chacune des espèces selon la méthode de régression polynomiale appliquée aux mesures prises en 2001 et en 2002 en amont et en aval de l'emplacement du barrage projeté (voir la section 11.1.4 du volume 1) Elles proviennent des mesures effectuées aux deux stations d'échantillonnage regroupées, car il n'y a pas de différences significatives entre les stations.

La demi-vie du mercure dans le poisson a été établie à 1 000 jours pour le réservoir Robert-Bourassa, en tenant compte d'une valeur d'environ 700 jours obtenue expérimentalement pour le grand brochet dans un lac du Manitoba situé dans une région au climat moins rigoureux que celui du complexe La Grande (Lockhart et coll., 1972). La valeur retenue pour le projet Péribonka, soit 900 jours, est donc

légèrement inférieure à celle du complexe La Grande et tient également compte de la latitude et de l'altitude.

Enfin, en ce qui concerne le taux de transfert du mercure du poisson non piscivore au poisson piscivore, un taux accentué a été utilisé pour le réservoir Robert-Bourassa en raison du phénomène de « superprédation » associé aux brochets, qui se nourrissent surtout de poissons piscivores. Pour le réservoir projeté, on a utilisé le taux de transfert régulier (Messier, Roy et Lemire, 1985), car on prévoit que les populations de poissons piscivores du réservoir prévu — qui présente une forme linéaire et un court temps de séjour des eaux — ne se développeront pas au point qu'ils se nourriraient surtout d'autres poissons piscivores. Le réservoir projeté s'apparentera davantage au réservoir La Grande 1, où l'analyse des contenus stomacaux des grands brochets révèle que le phénomène de consommation de poissons piscivores est rare et n'est pas plus accentué qu'en milieu naturel.

#### **I.4.3 Exportation du mercure en aval du réservoir projeté**

Le suivi des teneurs en mercure des poissons du complexe La Grande révèle que le mercure est exporté en aval des réservoirs (Brouard, Doyon et Schetagne, 1994). Le taux d'exportation du réservoir Robert-Bourassa vers le tronçon fluvial de la Grande Rivière est particulièrement important. Les études de suivi montrent cependant que l'effet additif des teneurs en mercure dans les poissons d'un réservoir à un autre est très faible. Brouard et ses collaborateurs (1994) proposent certains facteurs qui influent sur le degré d'augmentation des teneurs en mercure en aval, soit le taux de dilution des eaux du réservoir par celles de tributaires ainsi que la présence de grandes masses d'eau permettant l'utilisation ou la sédimentation du mercure. De plus, une étude réalisée en 1997 en aval du réservoir Caniapiscau démontre qu'une partie importante du mercure exporté en aval des réservoirs est fixée sur les particules en suspension dans l'eau, qui peuvent se déposer au fond d'un milieu lacustre, de sorte que le mercure n'est plus transférable aux poissons (Schetagne, Doyon, et Fournier, 2000). Une autre partie importante du mercure exporté se retrouve dans le zooplancton (Schetagne, Doyon, et Fournier, 2000). En rejoignant un milieu au long temps de séjour des eaux, le zooplancton provenant d'un réservoir peut être consommé localement par les poissons dès son arrivée, de sorte que le mercure qu'il contient n'est plus disponible pour les poissons de l'ensemble de ce milieu.

Les hypothèses d'exportation du mercure retenues aux fins des présentes prévisions tiennent compte de ces deux facteurs. Le tableau I-7 a été utilisé pour établir le degré d'augmentation des teneurs dans les poissons de deux tronçons de la rivière Péribonka situés en aval du réservoir projeté :

- de la confluence avec la rivière Manouane à la zone d'influence de la centrale de la Chute-du-Diable (du PK 151,7 au PK 87) ;
- à l'intérieur de la zone d'influence de la centrale de la Chute-du-Diable (du PK 45 au PK 87).



Les débits considérés correspondent aux conditions qui existeraient avec la dérivation de la rivière Manouane. En l'absence de cette dérivation, le taux de dilution sera plus grand à l'aval et les teneurs en mercure seront plus faibles que celles qui sont prévues dans la présente étude d'impact.

Dans le tableau I-7, le paramètre A correspond uniquement à l'effet de la dilution. Dans le cas des tronçons de la rivière Péribonka situés en aval du réservoir, il représente la proportion de l'augmentation prévue dans les poissons du réservoir projeté qu'il faudrait attribuer aux poissons en aval, s'il y avait uniquement l'effet de la dilution. On calcule le paramètre A selon la proportion du débit total transitant dans ces tronçons qui proviendra du réservoir projeté (de 80 % à 85 % dans ce cas).

**Tableau I-7 : Calcul du taux d'exportation de mercure en aval du réservoir projeté**

Paramètre	Réservoir projeté	PK 87-151,7 de la Péribonka	PK 45-87 de la Péribonka
Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	438	507	549
Débit moyen annuel provenant du réservoir projeté (m <sup>3</sup> /s)	—	438	438
<b>Paramètre A</b> Proportion du débit du milieu récepteur provenant du réservoir projeté (%)	—	85	80
<b>Paramètre B<sup>a</sup></b> Taux de renouvellement des eaux du milieu récepteur (nombre de fois par an)	—	150	40
<b>Paramètre C<sup>a</sup></b> Proportion du mercure libéré en amont qui s'accumule dans les poissons du milieu récepteur (%)	—	100	100
<b>Paramètres A X C</b> Proportion de l'augmentation des teneurs en mercure des poissons du réservoir projeté transférée aux poissons du milieu récepteur (%)	—	85	80
a. Si B ≤ 2, C = 20 %. Si 2 < B ≤ 5, C = 30 %. Si 5 < B ≤ 8, C = 40 %. Si 8 < B ≤ 12, C = 50 %. Si B > 12, C = 100 %.			

Le paramètre C correspond à l'effet de la déposition du mercure dans les tronçons en aval ainsi que de la consommation du zooplancton provenant du réservoir projeté par les poissons en aval. Ces deux phénomènes feraient en sorte que le mercure ainsi perdu ne serait plus disponible pour les poissons de l'ensemble des tronçons. Le paramètre C est évalué en fonction du taux de renouvellement des eaux du milieu récepteur (paramètre B) selon les critères présentés dans la note au bas du tableau I-7. Ainsi, si la dilution n'était pas considérée, 100 % de l'augmentation prévue dans les poissons du réservoir projeté serait attribuée à l'ensemble des poissons des tronçons aval de la Péribonka. On obtient l'effet cumulatif de la dilution, d'une part, et de la déposition du mercure et de la consommation locale du zooplancton (effet nul dans ce cas), d'autre part, en faisant le produit de chacun de ces deux mécanismes

(paramètre C multiplié par le paramètre A). Dans le cas présent, ce sont respectivement 80 % et 85 % de l'augmentation prévue de la teneur en mercure des poissons du réservoir projeté qu'il faut attribuer aux poissons des tronçons compris entre les PK 45 à 87 et 87 à 151,7.

## I.5 Références

- ASSOCIATION POULIN THÉRIALD – GAUTHIER & GUILLEMETTE CONSULTANTS. 1992. *Caractérisation préliminaire de la phytomasse inondée des futurs complexes hydroélectriques*. Préparé pour Hydro-Québec. 79 p. et ann.
- BARRETTE, M.-C. 2002. *Rapport de contrôle de la qualité pour le projet « Analyses de la teneur en mercure dans la chair des poissons 2001 »*. Préparé pour Hydro-Québec. PSC Services analytiques. 20 p. et ann.
- BROUARD, D., J.-F. DOYON et R. SCHETAGNE. 1994. « Amplification of mercury concentration in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) downstream from the La Grande 2 reservoir, James Bay, Québec ». In C.J. Watras et J.W. Huckabee (éd.). *Mercury pollution: Integration and synthesis*. Boca Raton, Floride, Lewis Publishers, CRC Press, p. 369-380.
- BUCKMANN, A. 1929. « Die methodik fishereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen ». *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, n° 9. Berlin, Urban und Schwarzenberg. 194 p.
- CHAIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT HYDRO-QUÉBEC—CRSNG—UQAM. 1993. *Sources et devenir du mercure dans les réservoirs hydroélectriques*. Rapport annuel 1992-1993. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal. Pag. multiple.
- FRÉCHETTE, J.-L. 1980. *Cahier de méthodologie du Réseau de surveillance écologique*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 172 p.
- GRIMARD, Y., et H.G. JONES. 1982. « Trophic upsurge in new reservoirs: a model for total phosphorus concentration ». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, n° 39, p. 1473-1483.
- HYDRO-QUÉBEC. 1992. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite 3. Rapport d'avant-projet. Réponses aux questions du MENVIQ, deuxième série*. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.
- LOCKHART, W.L., J.F. UTHE, A.R. KENNEY et P.M. MEHRLE. 1972. « Methylmercury in northern pike (*Esox lucius*): distribution, elimination, and some biochemical characteristics of contaminated fish ». *J. Fish. Res. Bd., Canada*, n° 29, p. 1519-1523.
- MESSIER, D., R. ROY et R. LEMIRE. 1985. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1978-1984. Évolution du mercure dans la chair des poissons*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 170 p. et ann.
- SCHETAGNE, R. 1989. *Qualité de l'eau, régions de La Grande-2 et Opinaca. Interprétation des données de 1988. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, phase 1*. Montréal, Hydro-Québec. 152 p.
- SCHETAGNE, R., et D. ROY. 1985. « Physico-chimie et pigments chlorophylliens ». Dans : *Réseau de surveillance écologique du Complexe La Grande 1978-1984*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James, direction Ingénierie et Environnement. 137 p.
- SCHETAGNE, R., J.-F. DOYON et J.-J. FOURNIER. 2000. « Export of methylmercury downstream from reservoirs ». *The Science of the Total Environment*, n° 260, p. 35-145.

- SCHETAGNE, R., J.-F. DOYON et R. VERDON. 1996. *Évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons du complexe La Grande (1978-1994)*. Rapport synthèse. Montréal, Hydro-Québec et Groupe-conseil Génivar. 143 p. et ann.
- THÉRIEN, N. 1991. *Études des enjeux environnementaux associés à l'effet de serre suite à la création de réservoirs hydroélectriques*. Montréal, Hydro-Québec. 209 p.
- TREMBLAY, G., J.-F. DOYON et R. SCHETAGNE. 1996. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Démarche méthodologique relative au suivi des teneurs en mercure des poissons*. Montréal, Hydro-Québec et Groupe-conseil Génivar. 30 p. et ann.
- VAN COLLIE, R., S.A. VISSER, P.G.C. CAMPBELL et H.G. JONES. 1983. « Évaluation de la dégradation de bois de conifères immergés durant plus d'un demi-siècle dans un réservoir ». *Annls. Limnol.*, vol. 19, no 2, p. 129-134.
- VAN SOEST, P. J. 1970. « Forage fiber analyses ». U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, *Agriculture Handbook*, n° 379, p. 1-19.

# J

## Méthodes – Amphibiens et reptiles

- Objectifs
- Méthodes d'inventaire
- Résultats
- Référence



## J.1 Objectifs

L'inventaire des amphibiens et des reptiles avait pour but de qualifier la présence de ces espèces dans la zone d'influence afin d'évaluer les impacts de la réalisation du projet sur celles-ci.

## J.2 Méthodes d'inventaire

L'équipe de terrain a porté une attention particulière à l'herpétofaune au moment où elle effectuait les inventaires d'oiseaux forestiers. Ainsi, du 9 au 17 juin, les observateurs ont noté tous les chants d'anoures (grenouilles, crapauds et rainettes) lors des périodes d'écoute formelle des oiseaux forestiers et des repasses de chants (*playback*). Les observateurs devaient aussi noter tous les amphibiens ou reptiles qu'ils avaient vus.

Pour compléter les inventaires d'amphibiens, les observateurs ont aussi inventorié six parcelles d'environ 10 m sur 50 m à la recherche d'urodèles (salamandres et tritons). Les parcelles étaient situées près d'un ruisseau dans le secteur du futur réservoir, la plupart dans des peuplements mixtes ou des arbustiaies riveraines. Ces milieux étant propices à l'herpétofaune, les observateurs y ont effectué des fouilles en soulevant des pierres, des plaques de mousse ou des débris ligneux. Tant en forêt qu'en milieu aquatique, les pierres et les débris ligneux sont les meilleurs endroits où chercher des salamandres (Petranka, 1998).

Afin de compléter les résultats des inventaires, on a consulté la banque de données informatisée de l'*Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec* (Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent).

## J.3 Résultats

Durant l'inventaire des oiseaux forestiers, on a répertorié trois espèces d'anoures, soit la rainette crucifère, la grenouille des bois et le crapaud d'Amérique. On a également observé la couleuvre rayée ainsi que la salamandre à points bleus, la salamandre à deux lignes et la salamandre rayée au cours de l'inventaire des parcelles.

## J.4 Référence

PETRANKA, J.W. 1998. *Salamanders of the United States and Canada*. Washington, Smithsonian Institution Press. 576 p.



# K

## Méthodes – Oiseaux

- Objectifs
- Méthodes
- Résultats
- Références





## **K.1 Objectifs**

L'objectif général de l'étude des oiseaux était de décrire l'utilisation de la zone d'influence par la sauvagine, les oiseaux de proie et les oiseaux forestiers et riverains. Les inventaires visaient plus particulièrement à identifier les espèces présentes, à déterminer la répartition et l'abondance relative de ces espèces selon le type d'habitat ainsi qu'à vérifier la présence d'espèces rares ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.

## **K.2 Méthodes**

### **K.2.1 Méthodes d'inventaire**

#### **K.2.1.1 Sauvagine et autres oiseaux aquatiques**

Les inventaires de la sauvagine et des autres oiseaux aquatiques ont été effectués entre le 12 et le 16 mai de même qu'entre le 15 et le 19 juillet 2002. La zone d'influence comprenait le réservoir prévu (au niveau de 244,2 m), une bande de 1 km autour de celui-ci ainsi qu'une bande de 1 km de chaque côté du tronçon de la rivière Péribonka situé en aval (du PK 45 au PK 149) et en amont du réservoir projeté (du PK 190 au PK 205). On a également inventorié jusqu'à leur lac de tête tous les cours d'eau susceptibles d'être ennoyés. Enfin, on a survolé les 10 derniers kilomètres de la rivière Manouane et les 14 derniers kilomètres de la rivière au Serpent.

Les deux inventaires aériens de la sauvagine et des autres oiseaux aquatiques suivaient les méthodes mises au point par le Service canadien de la faune et plusieurs équipes d'Hydro-Québec (Morneau, 2000 ; Bordage et Lepage, 2002 ; Tecsubt Environnement, 2002). L'équipe d'observation, constituée d'un navigateur-observateur à l'avant de l'appareil et de deux observateurs à l'arrière, a ainsi survolé à basse altitude et à basse vitesse tous les milieux aquatiques.

Le premier inventaire visait le dénombrement des couples nicheurs et coïncidait avec la phase du cycle de reproduction de la sauvagine, qui s'étend de l'arrivée des couples reproducteurs au début de la couvaison. Le second, qui visait le dénombrement des couvées, a eu lieu après le pic d'éclosion des couvées de la bernache du Canada, du canard noir, du garrot à œil d'or et de l'arlequin plongeur (Consortium Gauthier & Guillemette – GREBE, 1990). On a fait ces inventaires à bord d'un appareil de type A-Star 350 B2.

Le navigateur-observateur reportait les observations d'oiseaux sur des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 50 000. Chaque mention correspondait à un oiseau seul, à un couple, à un groupe d'oiseaux ou à une couvée accompagnée d'une femelle. L'espèce observée, le nombre d'oiseaux, leur sexe, le stade de développement des jeunes, le nombre de canotons. On a utilisé la méthode des équivalents-couples décrite dans Bordage et Lepage (2002) pour établir quelles

mentions correspondaient à un couple, et on a fait appel aux critères de Gollop et Marshall (1954) pour déterminer le stade de développement des canetons.

Les habitats fréquentés par les couples et les couvées d'oiseaux aquatiques ont été décrits lors des survols. On a ainsi noté le type de milieu aquatique, l'abondance relative de végétation aquatique de même que la largeur et la composition de la bande de végétation riveraine.

### K.2.1.2 Oiseaux de proie

On a dénombré les oiseaux de proie en même temps que les couples et les couvées de sauvagine. Pour les nids de balbuzard pêcheur et de pygargue à tête blanche, on a compté directement les oiseaux et les nids en scrutant les arbres. On a aussi survolé de près les falaises afin d'y déceler la présence de nids d'aigle royal, de faucon pèlerin, de faucon émerillon et de buse à queue rousse.

La position des individus observés a été reportée sur des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 50 000. Lorsqu'un nid était découvert, l'équipe de terrain décrivait l'endroit, l'activité au nid et le comportement des adultes s'ils étaient présents ; elle y ajoutait des caractéristiques telles que le support (arbre, falaise), les matériaux utilisés, la dimension, l'état, la présence de proies, le contenu (œufs ou oisillons) et l'altitude du nid.

### K.2.1.3 Oiseaux forestiers et riverains

L'inventaire des oiseaux forestiers et riverains a été effectué du 8 au 21 juin 2002. Cette période correspond au moment où la majorité des passereaux ont leurs activités territoriales. La zone d'inventaire comprenait le futur réservoir (au niveau de 244,2 m) et une bande périphérique de 2 km.

Le recensement des oiseaux terrestres a été réalisé à partir de 109 stations de dénombrement réparties entre les différents types d'habitats présents dans la zone d'influence (voir le tableau K-1). On a choisi les stations à inventorier dans chacun des habitats à l'aide d'une grille constituée de carrés de 500 m de côté, qu'on a superposée à la carte numérique de la végétation terrestre et riveraine. Chaque intersection de la grille était numérotée et devenait un point d'écoute potentiel pour une catégorie d'habitat donnée. On a alors sélectionné les stations au hasard, de façon à obtenir un échantillonnage représentatif l'importance relative de chaque type de milieu.

**Tableau K-1 : Répartition des stations d'inventaire des oiseaux forestiers et riverains selon le secteur et l'habitat**

Habitat	Nombre de stations			Total
	Réservoir	Bande périphérique (2 km)	Chemin d'accès proposé	
Espace dénudé	0	5	0	6
Marécage	9	10	0	20
Peuplement feuillu en régénération	1	5	0	6
Peuplement feuillu	1	3	0	4
Peuplement mixte en régénération	3	11	1	18
Peuplement mixte	3	5	0	9
Peuplement résineux en régénération	7	15	0	24
Peuplement résineux	1	17	0	22
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>71</b>	<b>13</b>	<b>109</b>

On a par la suite ajouté d'autres stations d'écoute, afin d'échantillonner certains habitats particuliers (milieux riverains, arbustiaux) ou des habitats susceptibles d'être fréquentés par des espèces au statut particulier. Ainsi, des stations supplémentaires ont été prévues dans des peuplements de conifères denses en régénération ou matures, généralement propices à la grive de Bicknell (Rompré et coll., 1999). On a visité certaines prairies humides en vue d'y détecter la présence éventuelle du petit blongios, du râle jaune et du hibou des marais. Grâce aux stations supplémentaires, on a vérifié la présence du bruant de Le Conte dans des milieux riverains et des milieux arbustifs ou herbacés. Enfin, des stations de repasse de chants ont permis de vérifier la présence de rapaces nocturnes tels que le hibou moyen-duc, le grand-duc d'Amérique, la chouette rayée, la nyctale de Tengmalm et la petite nyctale.

Deux méthodes d'inventaire ont été employées aux stations : celle du dénombrement à rayon limité (DRL) et celle des indices ponctuels d'abondance (IPA). La méthode DRL (Bibby, Burgess et Hill, 1992) consiste à compter tous les oiseaux vus ou entendus dans un certain rayon pendant une période donnée. Dans la présente étude, les oiseaux ont été recensés pendant deux périodes successives de cinq minutes dans un rayon de 50 m. La méthode IPA (Blondel, Ferry et Frochot, 1981) n'impose aucune limite quant à la distance du dénombrement.

Les données obtenues aux stations d'écoute ont été traduites en nombre de couples selon les conventions en vigueur dans l'*Atlas des oiseaux nicheurs du Québec* (Gauthier et Aubry, 1995). Les observateurs ont porté une attention particulière aux

comportements des oiseaux avant, pendant et après les périodes de dénombrement afin de déterminer leur statut de nidification (nicheur possible, nicheur probable, nicheur confirmé).

Pour chaque station d'écoute, on a décrit la composition du couvert forestier, la hauteur du peuplement, la densité, le recouvrement végétal, le nombre de strates verticales, la visibilité, le nombre de troncs morts et renversés ainsi que la quantité relative de débris au sol.

Le dénombrement à chaque station s'est déroulé tôt le matin (de 5 h 30 à 11 h) au cours de journées sans pluie et par vent faible (moins de 15 km/h), puisque la pluie et le vent réduisent les probabilités de repérer les oiseaux.

## **K.2.2 Méthodes d'analyse**

### **K.2.2.1 Sauvagine et autres oiseaux aquatiques**

On a transformé en équivalents-couples (Bordage et Lepage, 2002) les données d'abondance d'individus et de couples nicheurs de la sauvagine et du plongeon huard recueillies lors du premier inventaire. Les nombres d'oiseaux et de couvées relevés lors du deuxième inventaire correspondent au nombre réel d'oiseaux détectés lors des survols. Les données ont par la suite été rassemblées de manière à présenter, par secteur de la zone d'influence, l'abondance et la densité des individus, des équivalents-couples et des jeunes des différentes espèces.

On a établi un indice phénologique pour s'assurer que l'inventaire des couples a bien été réalisé pendant la période de construction du nid et au début de l'incubation. Cet indice correspond au rapport du nombre de mâles appariés sur le nombre de mâles non accompagnés de femelles (Bordage et Lepage, 2002).

Dans le cas des espèces pour lesquelles on a observé un nombre suffisant de couvées, on a rétabli la chronologie de la nidification par rétrocalculs à partir du stade de développement des canetons déterminé sur le terrain. Pour chaque couvée, l'âge médian du stade de développement et la date de son observation ont servi de base de calcul. L'information relative à l'âge médian des stades de développement est tirée de Gollop et Marshall (1954) ou de Palmer (1976). Les informations concernant la ponte et la couvaison proviennent, pour la plupart des espèces, de Bellrose (1980) et de Palmer (1976).

### **K.2.2.2 Oiseaux de proie**

Les données concernant les oiseaux de proie correspondent au nombre réel d'oiseaux ou de couples détectés lors des survols. Elles ont été rassemblées de manière à présenter la richesse et l'abondance des espèces selon les différents secteurs de la zone d'influence.

### **K.2.2.3 Oiseaux forestiers et riverains**

Afin de vérifier si les stations reflétaient bien le type de végétation auquel elles étaient associées, on a effectué des analyses d'ordination à l'aide du logiciel CANOCO de manière à comparer entre elles les stations d'écoute pour chaque type d'habitat (Ter Braak et Smilauer, 1998). Certaines stations ont ainsi été reclassées en fonction des habitats issus des inventaires.

Les données obtenues par les méthodes DRL ont été traitées pour chaque habitat. On a retenu le nombre de couples le plus élevé par période de cinq minutes.

À partir des points d'écoute et pour chaque type d'habitat, on a calculé la constance et l'abondance relative de chacune des espèces détectées. La constance correspond à la fraction du nombre de points d'écoute (uniquement pour les données DRL) où une espèce a été repérée pour un habitat donné. L'abondance relative des espèces est la valeur moyenne des données DRL d'une espèce au sein d'un habitat.

On a également établi la richesse totale, la richesse moyenne, l'indice de diversité de Shannon ainsi que la densité de couples nicheurs pour chacun des habitats. La richesse totale correspond au nombre d'espèces détectées dans un habitat, alors que la richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces détectées par station. L'indice de diversité de Shannon (Sherrer, 1984) représente la répartition des observations dans les différentes catégories d'habitats.

On a estimé la densité de couples nicheurs (nombre de couples par hectare) uniquement à partir des données DRL, car seule cette méthode permet de calculer une surface d'estimation de la densité. Enfin, toutes les observations faites lors de l'inventaire des oiseaux forestiers (y compris aux stations d'écoute) ont servi au calcul du nombre total d'espèces présentes dans la zone d'influence.

Afin de décrire de façon plus complète les communautés d'oiseaux présentes dans chacun des habitats, on a effectué des analyses d'ordination de type DCA à l'aide du logiciel CANOCO (Ter Braak et Smilauer, 1998). Les communautés aviaires des stations de chaque type d'habitat ont donc été comparées entre elles, ce qui a permis de déterminer si un habitat se distinguait des autres par sa composition en espèces.

## **K.3 Résultats**

Afin d'offrir au lecteur une vue d'ensemble, le tableau K-2 donne la liste complète de toutes les espèces d'oiseaux observées ou entendues pendant les inventaires.

Tableau K-2 : Espèces d'oiseaux observées ou entendues pendant les inventaires

Nom français	Nom latin	Statut de nidification <sup>a</sup>		Statut particulier
		Inventaire de 2002	Atlas des oiseaux nicheurs	
<b>Gaviidés</b> Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>	Nc	Nc	
<b>Ardéidés</b> Butor d'Amérique Grand héron	<i>Botaurus lentiginosus</i> <i>Ardea herodias</i>	Npo Nc	 Npo	
<b>Anatidés</b> Cygne siffleur Oie des neiges Bernache du Canada Canard branchu Sarcelle d'hiver Canard noir Canard colvert Canard pilet Canard d'Amérique Fuligule à collier Petit fuligule Macreuse à front blanc Garrot à œil d'or Petit garrot Harle couronné Grand harle	<i>Cygnus columbianus</i> <i>Chen caerulescens</i> <i>Branta canadensis</i> <i>Aix sponsa</i> <i>Anas crecca</i> <i>Anas rubripes</i> <i>Anas platyrhynchos</i> <i>Anas acuta</i> <i>Anas americana</i> <i>Aythya collaris</i> <i>Aythya affinis</i> <i>Melanitta perspicillata</i> <i>Bucephala clangula</i> <i>Bucephala albeola</i> <i>Lophodytes cucullatus</i> <i>Mergus merganser</i>	Obs Obs Npo Npo Npo Nc Npo Npo Npo Nc Npo Npo Nc Npo Nc Nc	  Obs  Npo   Npr    Nc   Nc	
<b>Accipitridés</b> Balbuzard pêcheur Pygargue à tête blanche Busard Saint-Martin Autour des palombes Petite buse Buse à queue rousse Aigle royal	<i>Pandion haliaëtus</i> <i>Haliaëtus leucocephalus</i> <i>Circus cyaneus</i> <i>Accipiter gentilis</i> <i>Buteo platypterus</i> <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Aquila chrysaetos</i>	Nc Npo Npo Npo Npo Npo Obs	Npo  Nc  Nc Npr  Nc	ESDMV <sup>b</sup>     ESDMV
<b>Falconidés</b> Crécerelle d'Amérique Faucon émerillon Faucon pèlerin	<i>Falco sparverius</i> <i>Falco columbarius</i> <i>Falco peregrinus</i>	Npo Npo Npo	Npr Npo Npo	ESDMV, menacée <sup>c</sup>
<b>Phasianidés</b> Gélinotte huppée	<i>Bonasa umbellus</i>	Npr	Nc	
<b>Charadriidés</b> Pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>	Npo	Npr	

**Tableau K-2 : Espèces d'oiseaux observées ou entendues pendant les inventaires (suite)**

Nom français	Nom latin	Statut de nidification <sup>a</sup>		Statut particulier
		Inventaire de 2002	Atlas des oiseaux nicheurs	
<b>Scolopacidés</b>				
Grand ou petit chevalier	<i>Tringa sp.</i>	Obs		
Chevalier grivelé	<i>Actitis macularia</i>	Npo	Nc	
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	Npr	Npr	
Bécasse d'Amérique	<i>Scolopax minor</i>	Npo	Npr	
<b>Laridés</b>				
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>	Npo	Npo	
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Nc	Nc	
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	Npo	Nc	
<b>Strigidés</b>				
Grand-duc d'Amérique	<i>Bubo virginianus</i>	Npo	Npo	
Nyctale de Tengmalm	<i>Ægolius funereus</i>	Obs		
Petite nyctale	<i>Ægolius acadicus</i>	Obs		
<b>Caprimulgidés</b>				
Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	Obs	Nc	
<b>Trochilidés</b>				
Colibri à gorge rubis	<i>Archilochus colubris</i>	Npo	Npo	
<b>Alcedinidés</b>				
Martin-pêcheur d'Amérique	<i>Ceryle alcyon</i>	Npo	Nc	
<b>Picidés</b>				
Pic maculé	<i>Sphyrapicus varius</i>	Nc	Nc	
Pic mineur	<i>Picoides pubescens</i>	Npr	Nc	
Pic chevelu	<i>Picoides villosus</i>	Npr	Npr	
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	Npo	Nc	
Grand pic	<i>Dryocopus pileatus</i>	Npo		
<b>Tyrannidés</b>				
Moucherolle à côtés olive	<i>Contopus borealis</i>	Npo	Nc	
Moucherolle à ventre jaune	<i>Empidonax flaviventris</i>	Npr	Npr	
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	Nc	Npr	
Moucherolle tchébec	<i>Empidonax minimus</i>	Npo	Nc	
<b>Hirundinidés</b>				
Hirondelle bicolor	<i>Tachycineta bicolor</i>	Npr	Nc	
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Nc	Nc	



**Tableau K-2 : Espèces d'oiseaux observées ou entendues pendant les inventaires (suite)**

Nom français	Nom latin	Statut de nidification <sup>a</sup>		Statut particulier
		Inventaire de 2002	Atlas des oiseaux nicheurs	
<b>Corvidés</b>				
Mésangeai du Canada	<i>Perisoreus canadensis</i>	Nc	Npo	
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>	Npo		
Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	Npo	Nc	
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	Npo	Nc	
<b>Paridés</b>				
Mésange à tête noire	<i>Parus atricapillus</i>	Npo	Nc	
Mésange à tête brune	<i>Parus hudsonicus</i>	Npo	Nc	
<b>Sittidés</b>				
Sittelle à poitrine rousse	<i>Sitta canadensis</i>	Npo	Nc	
<b>Certhiidés</b>				
Grimpereau brun	<i>Certhia americana</i>	Npo	Npo	
<b>Troglodytidés</b>				
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Npo	Npr	
<b>Muscicapidés</b>				
Roitelet à couronne dorée	<i>Regulus satrapa</i>	Npo	Nc	
Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>	Npr	Nc	
Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>	Npo	Nc	
Grive solitaire	<i>Catharus guttatus</i>	Npo	Nc	
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	Nc	Nc	
<b>Bombycillidés</b>				
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Npo	Nc	
<b>Viréonidés</b>				
Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>	Npo	Nc	
Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>	Npr	Nc	
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	Npr	Nc	
<b>Emberizidés</b>				
Paruline obscure	<i>Vermivora peregrina</i>	Npo	Nc	
Paruline à joues grises	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Npr	Nc	
Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	Npr	Nc	
Paruline à flancs marron	<i>Dendroica pensylvanica</i>	Npo	Npo	
Paruline à tête cendrée	<i>Dendroica magnolia</i>	Npr	Nc	
Paruline tigrée	<i>Dendroica tigrina</i>	Npo	Nc	
Paruline bleue	<i>Dendroica caerulescens</i>	Npo	Npo	
Paruline à croupion jaune	<i>Dendroica coronata</i>	Npr	Nc	
Paruline à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>	Npo	Nc	
Paruline à couronne rousse	<i>Dendroica palmarum</i>	Npo		

**Tableau K-2 : Espèces d'oiseaux observées ou entendues pendant les inventaires (suite)**

Nom français	Nom latin	Statut de nidification <sup>a</sup>		Statut particulier
		Inventaire de 2002	Atlas des oiseaux nicheurs	
Paruline à poitrine baie	<i>Dendroica castanea</i>	Npo	Nc	
Paruline rayée	<i>Dendroica striata</i>	Npo	Nc	
Paruline noir et blanc	<i>Mniotilta varia</i>	Npo	Npo	
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	Nc	Nc	
Paruline couronnée	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Npo	Npo	
Paruline des ruisseaux	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Npr	Nc	
Paruline triste	<i>Oporomis philadelphia</i>	Npo	Npo	
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	Npr	Nc	
Paruline à calotte noire	<i>Wilsonia pusilla</i>	Npo	Nc	
Paruline du Canada	<i>Wilsonia canadensis</i>	Npo	Npr	
Bruant familier	<i>Spizella passerina</i>	Npo	Npr	
Bruant de Lincoln	<i>Melospiza lincolnii</i>	Npo	Nc	
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>	Npo	Nc	
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	Npr	Nc	
Junco ardoisé	<i>Junco hyemalis</i>	Npr	Nc	
Carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Npo	Nc	
Quiscale rouilleux	<i>Euphagus carolinus</i>	Npo	Nc	
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>	Npo	Nc	
Vacher à tête brune	<i>Molothrus ater</i>	Npo		
<b>Fringillidés</b>				
Roselin pourpré	<i>Carpodacus purpureus</i>	Npo	Npr	
Tarin des pins	<i>Carduelis pinus</i>	Npo	Npr	

a. Npo : nicheur possible, Npr : nicheur probable, Nc : nicheur confirmé, Obs : présence de l'espèce. Codes tirés de l'*Atlas des oiseaux nicheurs du Québec* (Gauthier et Aubry, 1995).  
 b. ESDMV : espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable par la Société de la faune et des parcs du Québec (2002).  
 c. Espèce désignée menacée par le COSEPAC (2002).

### K.3.1 Sauvagine et autres oiseaux aquatiques

Lors du premier inventaire, les espèces les plus abondantes étaient la bernache du Canada, la sarcelle d'hiver, le garrot à œil d'or, le canard noir, les goélands (argenté et à bec cerclé) et les chevaliers à pattes jaunes (grand ou petit chevalier). Voir les tableaux K-3 et K-4.

Lors de l'inventaire des couvées, les espèces les plus abondantes étaient le garrot à œil d'or, le grand harle et les goélands, tandis que les couvées appartenaient principalement au garrot à œil d'or, au fuligule à collier, au grand harle et au canard noir (voir les tableaux K-5 et K-6).

Tableau K-3 : Résultats du premier inventaire des oiseaux aquatiques (du 12 au 16 mai 2002) –  
Nombre d'adultes observés et nombre et densité d'équivalents-couples par 10 km de rivière

Espèce	Rivière Péribonka									Autre rivière						Total (185,3 km)		
	Secteur du réservoir projeté (35,7 km)			Secteur en aval du réservoir projeté (107,3 km)			Secteur en amont du réservoir projeté (17,8 km)			Rivière Manouane (10 km)			Rivière au Serpent (14,5 km)					
	N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples	
		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.
<b>Anatidés</b>																		
Oie des neiges	0	0	0,0	80	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	80	0	0,0
Bernache du Canada	23	3	0,8	958	15	1,4	25	1	0,6	3	1	1,0	0	0	0,0	1009	20	1,1
Canard d'Amérique	0	0	0,0	4	2	0,2	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	4	2	0,1
Canard noir	83	38,5	10,8	248	86	8,0	11	1,5	0,8	4	3	3,0	4	4	2,8	350	133	7,2
Canard colvert	5	3	0,8	30	21	2,0	0	0	0,0	0	0	0,0	2	1	0,7	37	25	1,3
Canard pilet	0	0	0,0	4	3	0,3	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	4	3	0,2
Sarcelle d'hiver	101	15	4,2	295	33	3,1	46	0	0,0	60	4	4,0	40	4	2,8	542	56	3,0
Fuligule à collier	8	4	1,1	24	16	1,5	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	32	20	1,1
Petit fuligule	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	4	3	3,0	0	0	0,0	4	3	0,2
Fuligule sp.	0	0	0,0	6	3	0,3	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	6	3	0,2
Macreuse à front blanc	0	0	0,0	3	3	0,3	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	3	3	0,2
Garrot à œil d'or	92	26	7,3	248	91	8,5	7	3	1,7	13	8	8,0	0	0	0,0	360	128	6,9
Harle couronné	0	0	0,0	3	3	0,3	1	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	4	3	0,2
Grand harle	40	19	5,3	16	8	0,7	8	5	2,8	32	8	8,0	5	3	2,1	101	43	2,3
Plongeur sp.	1	0	0,0	2	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	3	0	0,0
<i>Total anatidés</i>	353	108,5	30,4	1 921	284	26,5	98	10,5	5,9	116	27	27,0	51	12	0,8	2539	442	23,9
<b>Gaviidés</b>																		
Plongeon huard	3	2	0,6	8	8	0,7	2	2	1,1	1	1	1,0	0	0	0,0	14	13	0,7

**Tableau K-4 : Résultats du premier inventaire des oiseaux aquatiques (du 12 au 16 mai 2002) –  
Nombre d'adultes et nombre et densité d'équivalents-couples par 100 km<sup>2</sup>**

Espèce	Réservoir projeté (31,62 km <sup>2</sup> )			Bande de 1 km autour du réservoir projeté (91,31 km <sup>2</sup> )			Bande de 1 km de part et d'autre de la Péribonka <sup>a</sup> (306,86 km <sup>2</sup> )			Lac de tête		Total	
	N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Éq.-couples		N <sup>bre</sup> ad. obs.	Nb. éq.- couples	N <sup>bre</sup> ad. obs.	N <sup>bre</sup> éq.- couples
		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.		N <sup>bre</sup>	Dens.				
<b>Anatidés</b>													
Oie des neiges	0	0	0,0	0	0	0,0	80	0	0,0	0	0	80	0
Bernache du Canada	23	3	9,5	0	0	0,0	1 071	16	5,2	59	4	1 153	23
Canard branchu	0	0	0,0	0	0	0,0	1	1	0,3	0	0	1	1
Canard d'Amérique	0	0	0,0	0	0	0,0	4	2	0,7	0	0	4	2
Canard noir	90	45,5	143,9	19	12,5	13,7	274	104,5	34,1	41	26	424	188,5
Canard colvert	7	4	12,7	1	1	1,1	34	24	7,8	2	1	44	30
Canard pilet	0	0	0,0	0	0	0,0	4	3	1,0	0	0	4	3
Sarcelle d'hiver	143	20	63,3	15	1	1,1	361	45	14,7	25	7	544	73
Fuligule à collier	8	4	12,7	14	5	5,5	39	19	6,2	67	18	128	46
Fuligule sp.	0	0	0,0	0	0	0,0	9	5	1,6	0	0	9	5
Macreuse à front blanc	0	0	0,0	0	0	0,0	3	3	1,0	1	1	4	4
Garrot à œil d'or	97	26	82,2	20	10	11,0	277	104	33,9	44	24	438	164
Petit garrot	0	0	0,0	0	0	0,0	2	1	0,3	2	1	4	2
Garrot sp.	0	0	0,0	0	0	0,0	2	0	0,0	0	0	2	0
Harle couronné	0	0	0,0	2	1	1,1	7	5	1,6	2	1	11	7
Grand harle	44	21	66,4	3	2	2,2	19	10	3,3	24	5	90	38
Plongeur sp.	1	0	0,0	0	0	0,0	3	0	0,0	0	0	4	0
<i>Total anatidés</i>	413	123,5	390,7	74	32,5	35,7	2 190	342,5	111,7	267	88	2 943	586,5
<b>Gaviidés</b>													
Plongeon huard	3	2	6,3	2	2	2,2	2	2	0,7	0	0	7	6

a. Uniquement en aval du réservoir projeté, rivière comprise.

Tableau K-5 : Résultats du deuxième inventaire des oiseaux aquatiques (du 15 au 19 juillet 2002) –  
Nombre et densité de couvées par 10 km de rivière

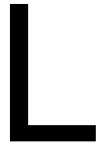
Espèce	Rivière Péribonka						Autres rivières				Total (185,3 km)	
	Secteur réservoir projeté (35,7 km)		Secteur en aval du réservoir projeté (107,3 km)		Secteur en amont du réservoir projeté (17,8 km)		Rivière Manouane (10 km)		Rivière au Serpent (14,5 km)			
	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Densité
Canard noir	1	0,3	5	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	0,3
Barboteur sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0	1	0,1
Garrot à œil d'or	0	0,0	9	0,8	0	0,0	3	3,0	1	0,7	13	0,7
Grand harle	1	0,3	5	0,5	0	0,0	1	1,0	0	0,0	7	0,4
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>19</b>	<b>1,8</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>5</b>	<b>5,0</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>27</b>	<b>1,5</b>

Tableau K-6 : Résultats du deuxième inventaire des oiseaux aquatiques (du 15 au 19 juillet 2002) –  
Nombre et densité de couvées par 100 km<sup>2</sup>

Espèce	Réservoir projeté (31,62 km <sup>2</sup> )		Bande de 1 km autour du réservoir projeté (91,31 km <sup>2</sup> )		Bande de 1 km de part et d'autre de la rivière Péribonka <sup>a</sup> (306,86 km <sup>2</sup> )		Lac de tête <sup>b</sup>	Total
	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Densité	Nombre	Nombre
<b>Anatidés</b>								
Canard noir	1	3,2	0	0,0	6	2,0	0	7
Fuligule à collier	0	0,0	1	1,1	0	0,0	7	8
Garrot à œil d'or	0	0,0	0	0,0	13	4,2	5	18
Harle couronné	0	0,0	0	0,0	1	0,3	0	1
Grand harle	1	3,2	0	0,0	5	1,6	0	6
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>6,4</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>	<b>25</b>	<b>8,1</b>	<b>12</b>	<b>40</b>
a. Uniquement en aval du réservoir projeté.								
b. Lacs de tête et bande de 1 km en amont du réservoir projeté.								

## K.4 Références

- BELLROSE, F.C. 1980. *Ducks, geese and swans of North America*. 3<sup>e</sup> éd. Harrisburg, Stackpole books. 540 p.
- BIBBY, C.J., N.D. BURGESS et D. HILL. 1992. *Bird census techniques*. San Diego, Academic Press. 257 p.
- BLONDEL, J., C. FERRY et B. FROCHOT. 1981. « Points counts with unlimited distance ». In J. Blondel, C. Ferry et B. Frochot. *Estimating the numbers of terrestrial birds*. Study Avian Biology No. 6. C.J. Ralph et Scott, p. 414-420.
- BORDAGE, D., et C. LEPAGE. 2002. *Inventaire en hélicoptère du Plan conjoint sur le Canard noir au Québec, printemps 2002*. Sainte-Foy, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec.
- COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEWIC). 2002. *Espèces canadiennes en péril*. [En ligne]. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune. [www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/index\_f.cfm].
- CONSORTIUM GAUTHIER & GUILLEMETTE – GREBE. 1990. *Complexe Grande-Baleine. Avant-projet, phase II. Étude de l'avifaune et du castor. Écologie de la sauvagine (été 1989)*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Consortium Gauthier & Guillemette – GREBE. 214 p. et ann.
- GAUTHIER, J., et Y. AUBRY (réd.). 1995. *Les oiseaux nicheurs du Québec. Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Montréal, Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux et Service canadien de la faune. 1 295 p.
- GOLLOP, J.B., et W.H. MARSHALL. 1954. *A guide for aging duck broods in the field*. Miss. Flyway Council. Techn. Sect. 14 p.
- MORNEAU, F. 2000. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 2000. Faune avienne*. Montréal, Hydro-Québec. 71 p.
- PALMER, R.S. 1976. *Handbook of North American birds*. Vol. 2 et 3 : *Waterfowl*. New Haven, Yale University Press. 560 p.
- ROMPRÉ, G., Y. AUBRY, V. CONNOLLY, J.-P.-L. SAVARD et G. SEUTIN. 1999. *Répartition, abondance et préférences écologiques de la Grive de Bicknell (Catharus bicknelli) au Québec. Rapport technique préliminaire*. Montréal, Université McGill et Service canadien de la faune. 56 p.
- SCHERRER, B. 1984. *Biostatistique*. Boucherville, Gaétan Morin Éditeur. 850 p.
- SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (FAPAQ). 2002. *Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec*. [En ligne]. Québec, ministère des Relations avec les citoyens et de l'Immigration, et Communication-Québec. [www.fapaq.gouv.qc.ca/ft/etu\_rec/esp\_mena\_vuln/liste.htm].
- TECSULT ENVIRONNEMENT. 2002. *Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Étude de la faune avienne, printemps et été 2001*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Tecsalt Environnement. Pag. multiple et ann.
- TER BRAAK, C.J.F., et P. SMILAUER. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows. Software for canonical community ordination (version 4)*. Ithaca, Microcomputer Power. 352 p.



## **Méthodes – Mammifères semi-aquatiques et terrestres**

- Grande faune
- Castor
- Autres animaux à fourrure et petite faune
- Espèces menacées ou vulnérables
- Carte L-1 : Stations d'inventaire des micromammifères





## **L.1 Grande faune**

### **L.1.1 Objectifs**

L'étude des mammifères semi-aquatiques ou terrestres visait à déterminer l'abondance des espèces de la grande faune dans la zone d'influence, à caractériser leur habitat et à cartographier le potentiel des habitats afin d'évaluer les impacts possibles de la réalisation du projet sur ces espèces.

### **L.1.2 Méthodes**

#### **L.1.2.1 Méthodes d'inventaire**

##### ***Orignal et caribou***

L'inventaire aérien de l'orignal et du caribou a été effectué à bord d'un hélicoptère de type A-Star 350 BA+, selon la procédure décrite par le *Guide technique d'inventaire aérien du gros gibier* produit par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (Courtois, 1991). L'équipe de terrain était composée d'un navigateur-observateur assis à gauche du pilote et de deux observateurs assis à l'arrière de l'appareil. Un total de 1 137 km de transects, équidistants de 500 m et orientés selon un axe nord-sud, ont permis de dénombrer les bêtes, les pistes et les réseaux de pistes présents dans la zone d'influence durant l'hiver de 2002. On a reporté leurs positions sur des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 50 000 et on les a enregistrées à l'aide d'un GPS Garmin 12 XL.

Au cours de cet inventaire, on a également déterminé :

- l'âge et le sexe des orignaux adultes, au moyen d'indices fiables : présence de la tache vulvaire chez la femelle et présence de bois chez le mâle (Crête et Goudreault, 1980) ;
- la composition du couvert forestier ainsi que la pente et l'exposition de chaque réseau de pistes.

##### ***Ours noir***

Il n'existe aucune méthode d'inventaire de terrain pour évaluer les densités d'ours dans un secteur donné. Les données concernant l'ours noir proviennent donc essentiellement du *Plan de gestion de l'ours noir 1998-2002* (Lamontagne, Jolicœur et Lafond, 1999). L'évolution des populations et des densités d'ours a été simulée sur ordinateur selon trois scénarios possibles (Lamontagne, Jolicœur et Lafond, 1999) ; dans cette étude, le Québec a été divisé en trois blocs et les densités ont été estimées dans chacune des zones de chasse.

### L.1.2.2 Méthodes d'analyse

#### ***Densité de l'orignal***

Comme on a dénombré de façon exhaustive la population d'originaux de l'ensemble de la zone d'influence, les effectifs totaux, la densité et la structure de population correspondent aux données obtenues lors des survols. À partir de l'âge (adultes, faons) et du sexe des bêtes observées dans les réseaux de pistes lors de l'inventaire aérien, on a établi la structure de la population (pourcentage de mâles adultes, de femelles adultes et de faons) ainsi que les indices de productivité (nombre de mâles adultes et de faons pour cent femelles adultes).

Afin de faciliter la comparaison des données avec celles d'autres études, les densités d'originaux ont été calculées pour des superficies de 10 km<sup>2</sup>. Cependant, les observateurs ne détectant pas nécessairement tous les réseaux de pistes ni tous les animaux, on a corrigé la densité et les effectifs totaux d'originaux obtenus en appliquant un facteur de correction ou taux de visibilité de 73 %. Ce taux découle des travaux de Crête et collaborateurs (1986) dans le sud du Québec. Il tient compte à la fois des réseaux de pistes non détectés et des individus demeurés introuvables lors des survols.

#### ***Potentiel de l'habitat***

Afin d'évaluer le potentiel de l'habitat d'hiver de l'orignal, on a quadrillé la zone d'influence en carrés de 1 km de côté. À l'aide du progiciel ArcView et des cartes écoforestières du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN), on a déterminé, dans chacune des unités, l'abondance des peuplements d'alimentation et l'abondance des zones de transition entre les peuplements d'alimentation et de couvert.

On a retenu comme habitat d'alimentation d'hiver les peuplements en régénération mixtes à dominance de résineux et de feuillus ainsi que les peuplements feuillus en régénération (Dussault et coll., en préparation). Les milieux riverains sont également considérés comme propices ou recherchés par l'orignal (Nault et Martineau, 1983 ; Guertin, Doucet et Weary, 1984 ; Massé et coll., 2000), ce qui fait des arbustives riveraines un habitat d'alimentation potentiel.

Par ailleurs, on a traité comme un habitat de couvert les peuplements de résineux jeunes et matures, les peuplements mixtes à dominance de résineux jeunes et matures ainsi que les peuplements mixtes à dominance de feuillus matures.

On a attribué à chacune des unités de base un indice d'abondance des peuplements d'alimentation et un indice d'abondance des zones de transition. Enfin, le potentiel final de chacune des unités a été déterminé selon chacun de ces deux indices.

### **L.1.3 Résultats**

#### ***Orignal et caribou***

L'inventaire aérien s'est déroulé du 5 au 18 février 2002 dans des conditions météorologiques propices. Les survols ont été effectués à une hauteur moyenne d'environ 50 m et à une vitesse moyenne de 110 km/h, principalement entre 9 h et 15 h 30, et sous un vent inférieur à 50 km/h. La température moyenne journalière était d'environ  $-19^{\circ}\text{C}$ , tandis que la couverture de neige molle avait entre 35 et 90 cm d'épaisseur.

La zone inventoriée comprenait le réservoir projeté, une bande de 5 km en périphérie du réservoir ainsi qu'une bande de 1 km de part et d'autre de la Péribonka, entre les PK 87 et 146. On a également survolé la plupart des lacs situés entre le lac Saint-Jacques et la rivière du Canal Sec (à l'est de la rivière Péribonka) ainsi que les plans d'eau situés entre le lac des Cyprès et le lac Roger afin d'y repérer la présence de caribous.

On a observé dans l'ensemble de la zone d'influence un total de 16 réseaux récents de pistes d'orignal (voir la figure L-1) et de 37 individus. Les réseaux et les orignaux eux-mêmes étaient principalement situés dans la bande de 5 km en périphérie du réservoir projeté. On n'a repéré que deux bêtes (une femelle avec un faon) à l'intérieur du réservoir projeté.

Malgré une recherche intensive, aucun caribou ou réseau de pistes appartenant à cette espèce n'a été repéré à l'intérieur de la zone d'influence ni à proximité des lacs inventoriés.

#### ***Ours noir***

La densité estimée en 1995 dans la zone de chasse 18 Ouest était de 1,4 ours par  $10\text{ km}^2$  dans les secteurs situés à l'extérieur de la réserve faunique Ashuapmushuan, soit une population d'environ 7 000 ours (Lamontagne, Jolicœur et Lafond, 1999).

Figure L-1 : Réseaux récents de pistes d'original observés dans la bande de 5 km en périphérie du réservoir projeté, février 2002



#### L.1.4 Références

- COURTOIS, R. 1991. *Normes régissant les travaux d'inventaires aériens de l'original*. Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 24 p.
- CRÊTE, M., et F. GOUDREAU. 1980. « Les bois, la tache vulvaire et la couleur du museau pour déterminer le sexe des orignaux (*Alces alces*) en janvier dans le sud-ouest du Québec ». *Proceeding of the North American Moose Conference and Workshop*, n° 16, p. 275-288.
- CRÊTE, M., L.-P. RIVEST, H. JOLICÉUR, J.-M. BRASSARD et F. MESSIER. 1986. « Predicting and correcting helicopter counts of moose with observations made from fixed-wing aircraft in Southern Québec ». *Journal of Applied Ecology*, n° 23, p. 751-761.
- DUSSAULT, C., J.-P. OUELLET et J. HUOT. À paraître. *Scale-dependent habitat selection in moose: the influence of limiting factors*.
- GUERTIN, G., G.J. DOUCET et G.C. WEARY. 1984. « Moose distribution and winter habitat on the Lower North Shore of the St. Lawrence River-Québec ». *Alces*, n° 20, p. 27-45.
- LAMONTAGNE, G., H. JOLICÉUR et R. LAFOND. 1999. *Plan de gestion de l'ours noir 1998-2002*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 336 p.

MASSÉ, H., Y. LEBLANC, N. LEBLANC et R. NAULT. 2000. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude des populations d'orignaux et de caribous, hiver 2000*. Rapport final préparé pour la Société d'énergie de la Baie James. Québec, Tecsub Environnement et Del Degan, Massé et Associés. 94 p. et ann.

NAULT, R., et R. MARTINEAU. 1983. *Étude de l'orignal (Alces alces) de la région du futur réservoir d'Eastmain*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 54 p.

## **L.2 Castor**

### **L.2.1 Objectifs**

L'inventaire des colonies de castors avait pour but d'estimer la densité des colonies actives, de caractériser les habitats utilisés et d'estimer le potentiel d'habitat dans l'ensemble de la zone d'influence afin d'évaluer les impacts possibles de la réalisation du projet sur cette espèce.

### **L.2.2 Méthodes**

#### **L.2.2.1 Méthodes d'inventaire**

L'inventaire aérien a été effectué à bord d'un hélicoptère de type A-Star 350 BA selon les normes en vigueur au Québec concernant les inventaires aériens des colonies de castors (Pilon et Macquart, 1991). On a survolé à basse vitesse et à basse altitude tous les milieux aquatiques (ruisseaux, rivières, étangs et lacs) présents à l'intérieur de la zone d'influence. L'équipe de terrain se composait d'un navigateur-observateur et de deux observateurs.

L'inventaire a consisté à compter les indices de présence actuelle et ancienne des colonies de castors. L'observation d'un amas de nourriture (voir la figure L-2) constituait l'indice le plus fiable de la présence d'une colonie active (Novak, 1987 ; Pilon et Macquart, 1991). En l'absence d'un amas frais, on a considéré tout autre indice d'activité évidente et récente de castors (hutte ou barrage très bien entretenu, plusieurs arbres récemment coupés, etc.). Lorsqu'un site actif était découvert, sa position était reportée sur une carte topographique à l'échelle de 1 : 20 000 et enregistrée à l'aide d'un GPS portatif Garmin 12 XL. On a également reporté les signes d'utilisation anciens (vieux amas, vieilles huttes, vieux barrages, etc.) sur les cartes topographiques.

Chaque colonie active et certains sites non actifs ont fait l'objet d'une description détaillée (dans un rayon de 50 m) sur une fiche distincte. La description des sites comprenait le type d'indices de présence du castor et les caractéristiques du milieu évaluées de façon visuelle.

Figure L-2 : Amas frais de nourriture à proximité d'une hutte entretenue dans la bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté, octobre 2001



#### L.2.2.2 Méthodes d'analyse

##### *Densité des colonies de castors*

Le dénombrement exhaustif effectué lors des survols de la zone d'influence a permis d'établir le nombre de colonies actives et de sites non actifs.

Pour faciliter la comparaison de ces données avec les résultats d'études antérieures, la densité de colonies a été calculée pour une superficie de 10 km<sup>2</sup> (en périphérie du réservoir projeté) ou pour une longueur de 10 km de rive (le long des rivières). Afin d'évaluer le nombre total de castors dans la zone d'influence, on a multiplié le nombre de colonies par  $3,65 \pm 2,11$ , soit le nombre moyen de castors par colonie fourni par l'étude de Lafond et collaborateurs (en préparation).

##### *Sélection des habitats*

On a analysé la sélection des habitats de la zone d'influence à l'aide de la technique de Neu et collaborateurs (1974). Cette méthode est basée sur la comparaison entre l'utilisation des habitats par une espèce donnée et la disponibilité de ces habitats dans le territoire étudié. Cette analyse a porté sur un total de 100 sites utilisés par le castor (85 actifs et 15 non actifs). On a retenu les 15 sites non actifs afin d'obtenir un nombre suffisant de données.

Le nombre de sites retrouvés dans chaque type d'habitat a été déterminé à l'aide du progiciel ArcInfo et représente l'utilisation du milieu par les castors. Dans la zone d'influence, la disponibilité des milieux aquatiques correspond à la longueur totale des rives de ruisseaux, de rivières à débit lent, de rivières à débit rapide, de lacs et d'étangs qu'on retrouve sur les cartes topographiques numériques à l'échelle de 1 : 50 000. La superficie de chaque type de groupement végétal, établie à partir de la cartographie numérique de la végétation, représente la disponibilité de ces groupements végétaux dans la zone d'influence. Enfin, un potentiel d'utilisation par les castors est associé à chacune des classes de pentes.

### ***Potentiel des habitats***

Afin d'évaluer le potentiel des habitats de la zone d'influence pour les castors, on a divisé en carrés de 1 km de côté le territoire comprenant le réservoir projeté (au niveau de 244,2 m), la bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté et les portions à l'étude des rivières Péribonka et Manouane. Dans chacune des unités, on a calculé la longueur des rives des milieux aquatiques, la superficie des différents types de groupements végétaux et la superficie correspondant à chacune des classes de pentes, puis on a pondéré ces calculs en fonction des résultats de l'analyse de la sélection des habitats. On a ensuite attribué à chaque unité de 1 km<sup>2</sup> un indice d'abondance (élevé, moyen, faible, très faible à nul) de chacune de ces variables. Enfin, on a établi le potentiel des habitats de chaque unité en tenant compte à la fois de l'indice d'abondance des milieux aquatiques, de celui de la végétation et de celui des classes de pentes.

Les sites de castors non actifs (vieilles huttes et vieux terriers) observés à l'intérieur de la zone d'influence et qui n'ont pas été utilisés dans l'analyse de la sélection des habitats ont servi à valider les classes de potentiel des habitats de la zone d'influence.

### **L.2.3 Résultats**

L'inventaire a eu lieu dans le secteur du réservoir ainsi que sur la bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté. On a également inventorié les milieux riverains du tronçon aval de la Péribonka compris entre le barrage projeté et le PK 87 de même que les milieux riverains de la Manouane dans les dix derniers kilomètres avant sa confluence avec la Péribonka.

Cette activité s'est déroulée entre le 23 et le 27 octobre 2001 et a généralement bénéficié de conditions météorologiques propices. Les survols ont été effectués à une vitesse et à une altitude variant selon le type de milieu et les conditions météorologiques (de 20 à 80 km/h et de 30 à 60 m au-dessus du sol), principalement entre 8 h 30 et 17 h, sous un ciel nuageux et un vent faible.



Lors du survol, on a observé un total de 88 colonies actives de castors et 234 sites non actifs dans la zone d'influence ou à proximité. Les 88 colonies actives et 4 sites non actifs ont fait l'objet d'une description détaillée des habitats utilisés. La plupart des colonies actives se trouvaient sur les rivières Péribonka et Manouane ainsi que sur la bande périphérique de 2 km. Treize colonies actives sont établies dans le réservoir lui-même.

Le couvert forestier adjacent aux sites actifs et non actifs est principalement constitué de résineux, d'arbustives riveraines et de peuplements mixtes à dominance de résineux.

## L.2.4 Références

- LAFOND, R., C. PILON et Y. LEBLANC. En préparation. *Résultats du plan d'inventaire aérien des colonies de castors au Québec (1989-1994)*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 66 p.
- NEU, C.W., C.R. BYERS et J.M. PEEK. 1974. « A technique for analysis of utilization-availability data ». *Journal of Wildlife Management*, n° 38, p. 541-545.
- NOVAK, M. 1987. « Beaver ». In M. Novak, A. Baker, M.E. Obbard et B. Malloch (éd.). *Wild Furbearer Management and Conservation in North America*. North Bay, Ministry of Natural Resources of Ontario and Ontario Trappers Association, p. 282-312.
- PILON, C., et M. MACQUART. 1991. *Norme : Guide technique d'inventaire aérien des colonies de castors*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de l'Outaouais. 12 p. et ann.

## L.3 Autres animaux à fourrure et petite faune

### L.3.1 Objectifs

L'étude visait à déterminer l'abondance des espèces de la petite faune, à caractériser les milieux fréquentés par ces espèces et à évaluer le potentiel d'habitat dans l'ensemble de la zone d'influence afin d'évaluer les impacts possibles de la réalisation du projet sur ces espèces.

### L.3.2 Méthodes

#### L.3.2.1 Méthodes d'inventaire

Afin de caractériser l'utilisation hivernale de la zone d'influence par la petite faune, dont les pistes sont visibles sur la neige, on a effectué un inventaire au sol des pistes au sein de différents groupements végétaux et un inventaire aérien des pistes le long des milieux riverains (ruisseaux, rivières et lacs).

Les principales espèces cibles étaient :

- les tétraoninés : le téttras du Canada (*Dendragapus canadensis*), la gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*) et le lagopède des saules (*Lagopus lagopus*) ;
- le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) ;
- l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*) et le grand polatouche (*Glaucomys sabrinus*) ;
- les micromammifères : espèces des familles des *Soricidae* et des *Cricetidae* ;
- le porc-épic d'Amérique (*Erethizon dorsatum*) ;
- le loup (*Canis lupus*) ;
- le renard roux (*Vulpes vulpes*) ;
- les mustélidés : la loutre de rivière (*Lutra canadensis*), la martre d'Amérique (*Martes americana*), le pékan (*Martes pennanti*), le vison d'Amérique (*Mustela vison*), l'hermine (*Mustela erminea*) et la belette pygmée (*Mustela nivalis*) ;
- le lynx du Canada (*Lynx canadensis*).

On a relevé 55 transects au sol d'une longueur de 500 m au sein des différents types de végétation. Le nombre de transects dans chacune des classes de végétation était proportionnel à leur importance dans la zone d'influence. Le classement des transects selon les types de groupements végétaux a été fait au moyen de photographies aériennes noir et blanc à l'échelle de 1 : 15 000 et de cartes numériques de la végétation. On a réuni certains groupements végétaux identifiés sur les cartes de végétation de façon à limiter le nombre de classes soumises à l'analyse. Par exemple, toutes les espèces de résineux (sapin, épinette, mélèze et autres) ont été regroupées dans la catégorie *Résineux* (voir le tableau L-1).

**Tableau L-1 : Nombre de transects au sol dans chacun des types de groupements végétaux selon la cartographie numérique de la végétation**

Groupement végétal	Nombre de transects
Marécage (arbustaie riveraine)	5
Feuillu	3
Mixte en régénération	7
Mixte jeune et mature	10
Résineux en régénération	18
Résineux jeune et mature	12
<b>Total</b>	<b>55</b>

Pour les transects au sol, les équipes étaient déposées à proximité d'un point de départ (par exemple, des lacs gelés, des tourbières ou des rives gelées) par un hélicoptère A-Star 350 BA+. On a enregistré sur un GPS portatif Garmin 12 XL les coordonnées géographiques du point de départ de chaque transect.

On a utilisé un topofil pour mesurer la distance parcourue et obtenir le chaînage permettant de situer les pistes et les changements du couvert forestier le long du transect. Les observateurs ont identifié et noté toutes les pistes qui croisaient le transect ainsi que les autres signes de présence de la petite faune (cicatrices d'alimentation du porc-épic sur les troncs d'arbres, brout, fèces ou urine, carcasses). Seul le nombre total de pistes croisant le transect au sol a été retenu pour le calcul de l'indice d'abondance de chacune des espèces.

On a établi l'importance relative des divers types de couvert forestier présents le long du transect en notant le chaînage au point de changement du couvert. On a ainsi déterminé le début et la fin de tous les types de couvert forestier ainsi que les espèces végétales dominantes en fonction de la distance parcourue depuis le point de départ. Le pourcentage de fermeture du couvert forestier (pourcentage de recouvrement au sol) a également été calculé tout au long du transect. L'importance relative d'éléments d'abris et de nourriture (brouts en essences feuillues et en sapin, et régénération résineuse) était également évaluée à la fin du transect.

Le nombre de transects au sol inventoriés dans le secteur du réservoir projeté est similaire à celui de la bande de 2 km à sa périphérie (respectivement 25 et 23). Dans le cas des transects aériens, on a divisé en segments riverains de 1 km de longueur la totalité des rives à inventorier de la zone d'influence, qu'il s'agisse de rivières, de lacs ou de ruisseaux. Un total de 259 segments ont été survolés : 140 étaient situés sur les rives de la Péribonka et de la Manouane (îles comprises), 37, sur les rives de lacs et 82, sur les rives de ruisseaux (voir le tableau L-2). De cette façon, on a inventorié 62 segments dans le secteur du réservoir projeté et 81 dans la bande périphérique de 2 km.

L'inventaire aérien a été réalisé à bord d'un hélicoptère A-Star 350 BA+. L'équipe de terrain se composait d'un navigateur-observateur, d'un observateur et d'un responsable de la prise de données.

Le navigateur-observateur établissait le point de départ du segment riverain à inventorier à l'aide de cartes à l'échelle de 1 : 20 000. Une fois au-dessus du point de départ, il signalait à l'observateur le début du segment riverain. Le survol a été effectué à basse vitesse et à basse altitude. Toute piste observée sur une largeur d'environ 20 m le long des segments survolés a été identifiée à l'espèce lorsque c'était possible (voir la figure L-3).

**Tableau L-2 : Nombre de segments riverains survolés pour chaque type de milieu aquatique trouvé dans la zone d'influence**

Secteur	Nombre de segments			
	Lac (N = 37)	Rivière (N = 140)	Ruisseau (N = 82)	Total (N = 259)
Rivière Manouane				
Portion amont de la bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté	S.o.	12	S.o.	12
Bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté	S.o.	5	S.o.	5
Rivière Péribonka (N = 117)				
Secteur du réservoir projeté	S.o.	41	S.o.	41
Bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté	S.o.	1	S.o.	1
Portion aval du réservoir projeté et de la bande périphérique de 2 km	S.o.	75	S.o.	75
Réservoir projeté <sup>a</sup>	2	45	15	62
Bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté <sup>b</sup>	19	8	54	81
Extérieur de la zone d'influence	16	0	15	29
a. Inclut les transects situés le long de la rivière Péribonka dans le secteur du réservoir projeté. b. Inclut les transects situés le long des rivières Péribonka et Manouane dans la bande de 2 km en périphérie du réservoir projeté.				

**Figure L-3 : Pistes de loutre de rivière (centre) et de lièvre d'Amérique (février 2002)**



Le navigateur-observateur a caractérisé l'habitat sur une largeur d'environ 50 m en bordure de la rive. La description du couvert végétal adjacent comprenait la proportion de chaque type de groupement végétal le long du segment, par tranches de 5 %. On a aussi déterminé la structure (continue, discontinue ou absente), la largeur et le type de végétation dominante des arbustives riveraines au début, au milieu et à la fin de chaque transect.

### L.3.2.2 Méthodes d'analyse

#### ***Pondération des indices d'abondance***

Lors des études de la petite faune réalisées pour l'aménagement hydroélectrique de la rivière Sainte-Marguerite, les analyses ont démontré que le nombre d'heures écoulées entre l'inventaire du transect au sol ou du segment aérien et la fin de la dernière chute de neige avait une influence notable sur le nombre de pistes observées (Consortium Roche/Dessau, 1995). Il est vrai que les pistes peuvent demeurer visibles et persister longtemps en l'absence d'accumulation de neige. En supposant un degré constant d'activité faunique, il va de soi que, en l'absence de précipitation nivale, le nombre de pistes observées augmente avec le temps.

Compte tenu de ces résultats et du caractère persistant des pistes en l'absence d'accumulation de neige, tous les indices liés au nombre de pistes observées au cours des inventaires au sol et aériens ont été divisés par le nombre d'heures sans précipitation nivale. On nomme « indices pondérés » les indices ainsi obtenus.

#### ***Description des habitats fréquentés***

Afin de décrire les habitats fréquentés par les espèces cibles selon les données des transects au sol et aériens, on s'est livré à une analyse de correspondance canonique (CCA) (Ter Braak et Smilauer, 1998). La CCA est une méthode d'analyse multivariée qui permet de tester les relations entre un ensemble biologique de plusieurs espèces (animales ou végétales) et leur environnement (Ter Braak et Verdonschot, 1995). Particulièrement adaptée à de grandes communautés (de 10 à 500 espèces), cette méthode est relativement efficace pour extraire l'information concernant des espèces rarement observées au cours des inventaires, ce qui engendre de nombreuses valeurs nulles dans le jeu de données.

Grâce à l'ajout de variables environnementales aux données d'abondance des différentes espèces, la CCA permet de faire ressortir les associations qui existent entre ces espèces et leur habitat. On représente ensuite ces associations sous forme graphique pour mieux visualiser les effets des variables de l'habitat sur l'abondance des différentes espèces. Le logiciel CANOCO (version 4 pour Windows) a été utilisé à cette fin.

Dans le cas des inventaires au sol, la matrice des variables environnementales comprenait les types de couvert forestier, la latitude et la longitude. Pour les transects aériens, le couvert forestier adjacent au milieu riverain inventorié ainsi que la structure et la largeur de l'arbustaie riveraine étaient inclus dans la matrice environnementale.

Afin de réduire le nombre de variables, on a opéré une sélection automatique de type « forward » pour isoler les variables qui expliquent le plus la variance du jeu de données (voir les tableaux L-3 et L-4). On obtient de cette façon autant de variables environnementales que d'espèces animales différentes, ce qui améliore la fiabilité des résultats obtenus avec CANOCO (Ter Braak et Smilauer, 1998).

Cette sélection automatique prend aussi en compte la corrélation entre les variables de l'environnement et permet de ne garder que celles qui expliquent une part plus importante de la variance.

**Tableau L-3 : Variables environnementales utilisées pour l'analyse des habitats fréquentés par la petite faune (inventaire au sol)**

Variable de départ	Description	Variable sélectionnée
Ar	Arbustaie riveraine	Oui
Feu	Peuplement feuillu (jeune et mature)	
mef_d	Peuplement mixte à dominance de feuillus (jeune et mature) dense	
mef_o	Peuplement mixte à dominance de feuillus (jeune et mature) ouvert	Oui
mer_d	Peuplement mixte à dominance de résineux (jeune et mature) dense	
mer_o	Peuplement mixte à dominance de résineux (jeune et mature) ouvert	Oui
ref_d	Régénération à dominance de feuillus et régénération mixte à dominance de feuillus denses	Oui
ref_o	Régénération à dominance de feuillus et régénération mixte à dominance de feuillus ouverts	Oui
rer_d	Régénération de résineux et régénération mixte à dominance de résineux denses	
rer_o	Régénération de résineux et régénération mixte à dominance de résineux ouverts	Oui
res_d	Peuplement résineux (jeune et mature) fermé	Oui
res_o	Peuplement résineux (jeune et mature) ouvert	
ouvert	Milieu ouvert (coupes, étangs et herbaçaies)	Oui
br_feu	Disponibilité de brout en essences feuillues	Oui
br_sap	Disponibilité de brout en sapin	
ré_con	Abondance relative de régénération coniférienne	Oui
Latitude		Oui
Longitude		Oui

**Tableau L-4 : Variables environnementales utilisées pour l'analyse des habitats fréquentés par la petite faune (inventaire aérien)**

Variable de départ	Description	Variable sélectionnée
ar	Arbustaie riveraine	Oui
feu_d	Peuplement feuillu (jeune et mature) dense	Oui
mef_d	Peuplement mixte à dominance de feuillus (jeune et mature) dense	Oui
mef_o	Peuplement mixte à dominance de feuillus (jeune et mature) ouvert	Oui
mer_d	Peuplement mixte à dominance de résineux (jeune et mature) dense	Oui
mer_o	Peuplement mixte à dominance de résineux (jeune et mature) ouvert	
ref_d	Régénération à dominance de feuillus et régénération mixte à dominance de feuillus denses	
ref_o	Régénération à dominance de feuillus et régénération mixte à dominance de feuillus ouverts	
rer_d	Régénération de résineux et régénération mixte à dominance de résineux denses	Oui
rer_o	Régénération de résineux et régénération mixte à dominance de résineux ouverts	Oui
res_d	Peuplement résineux (jeune et mature) dense	Oui
res_o	Peuplement résineux (jeune et mature) ouvert	
tou	Tourbière	Oui
Autre	Milieu ouvert, étangs à castors et autre	
Structure	Structure de l'arbustaie riveraine (absente, discontinue ou continue)	Oui
Largeur	Largeur de l'arbustaie riveraine (0 m, < 2 m, 2-10 m, 10-25 m, > 25 m)	Oui
Latitude		Oui
Longitude		Oui

### ***Potentiel des habitats***

On a évalué le potentiel des habitats hivernaux pour les espèces de la petite faune présentes dans la zone d'influence en fonction de l'abondance relative des espèces dans les transects au sol. Cette évaluation a porté sur chacun des six groupements végétaux retenus pour cette étude et définis à l'aide de la cartographie numérique de la végétation (voir le tableau L-1). Par exemple, un groupement végétal présentant un indice d'abondance élevé pour une espèce donnée représentait un fort potentiel pour cette espèce.

Dans le but d'obtenir un aperçu plus général du potentiel des habitats, on a réparti les espèces visées en deux groupes selon les caractéristiques recherchées, soit :

- les espèces pour lesquelles le type de peuplements forestiers détermine leur utilisation d'un territoire (groupe 1) ;
- les espèces pour lesquelles la disponibilité des proies est davantage déterminante dans l'utilisation d'un milieu (groupe 2).

Dans certains cas, on a fait appel à la documentation spécialisée et aux connaissances sur l'écologie pour mieux préciser la valeur relative des groupements végétaux (voir le tableau L-5).

**Tableau L-5 : Milieux privilégiés par les espèces de la petite faune selon leur groupe**

Groupe	Espèce faunique	Milieu privilégié <sup>a</sup>
Groupe 1a	Gélinotte huppée Lièvre d'Amérique Mustélidés	Marécage Forêt en régénération Forêt mixte (jeune et mature)
Groupe 1b	Tétras du Canada Porc-épic d'Amérique Écureuils	Forêt de conifères Forêt mixte
Groupe 2	Loup Renard roux Vison d'Amérique Loutre de rivière Lynx du Canada	Sans objet <sup>b</sup>
a. Déterminé à l'aide des résultats obtenus dans la présente étude et de la documentation spécialisée. b. La présence des espèces du groupe 2 est déterminée par l'abondance de proies et non par un type de milieu.		

On a subdivisé en deux groupes distincts les espèces pour lesquelles le type de peuplement forestier est déterminant dans la fréquentation d'un territoire, soit :

- le groupe 1a, comprenant les espèces qui fréquentent principalement les peuplements en régénération, les peuplements mixtes et les marécages (arbustais riveraines) ;
- le groupe 1b, comprenant les espèces qui fréquentent davantage les peuplements résineux ou mixtes jeunes et matures.

Il est à noter que toutes les analyses statistiques effectuées dans cette étude ont été réalisées à l'aide du progiciel SPSS (SPSS 2000, 2000).



### L.3.3 Résultats

Les inventaires ont eu lieu dans le secteur du réservoir projeté et dans une bande large de 2 km à sa périphérie ainsi que dans les milieux riverains du tronçon aval de la Péribonka, entre le barrage projeté et le PK 87, et dans les milieux riverains de la Manouane, sur les dix derniers kilomètres avant sa confluence avec la Péribonka.

On a effectué les inventaires au sol et aériens de la petite faune entre le 5 février et le 17 mars 2002. En raison de mauvaises conditions météorologiques, l'inventaire aérien de la petite faune a été interrompu du 25 février au 16 mars.

L'inventaire aérien s'est donc déroulé dans des conditions météorologiques propices, de façon sécuritaire et selon les normes en vigueur. On a effectué les survols entre 8 h 30 et 16 h pour respecter un degré d'ombrage inférieur à 50 % dans les trouées, à une vitesse variant entre 40 km/h et 75 km/h, et à une hauteur de 25 m à 50 m selon le type de milieu survolé. Le ciel était dégagé et le vent n'excédait pas 50 km/h.

On comptait entre 20 et 97 minutes pour parcourir un transect au sol selon le type de peuplement, l'abondance des pistes et les conditions de neige, alors qu'il ne fallait que 2 minutes en moyenne pour survoler un segment aérien de 1 km de longueur.

On a observé des pistes de la petite faune dans 91 % des transects au sol (50 sur 55) et dans 80 % des segments riverains survolés (208 sur 259). Les pistes observées appartenaient à 12 espèces ou groupes d'espèces : les tétraoninés, le lièvre d'Amérique, les écureuils (écureuil roux et grand polatouche), les micromammifères, le porc-épic d'Amérique, le loup, le renard roux, les petits mustélidés (hermine et belette pygmée), la martre d'Amérique, le vison d'Amérique, la loutre de rivière et le lynx du Canada. Le lièvre d'Amérique, les écureuils et la martre étaient les espèces les plus présentes durant l'hiver de 2002 (voir le tableau L-6).

### L.3.4 Références

- CONSORTIUM ROCHE/DESSAU. 1995. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1994-1995. Inventaire de la grande et de la petite faune*. Sainte-Foy, Consortium Roche/Dessau. Pag. multiple.
- SPSS 2000. 2000. *SPSS Base 10.0. Guide de l'utilisateur*. Chicago, SPSS 2000. 585 p.
- TER BRAAK, C.J.F., et P. SMILAUER. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination (version 4)*. Ithaca, Microcomputer Power. 352 p.
- TER BRAAK, C.J.F., et P.F.M. VERDONSCHOT. 1995. « Canonical correspondance analysis and related multivariate methods in aquatic ecology ». *Aquatic Sciences*, n° 57, p. 255-289.

**Tableau L-6 : Indice pondéré moyen d'abondance de la petite faune présente dans la zone d'influence (hiver 2002)**

Espèce ou groupe d'espèces	Inventaire au sol (N = 55)			Inventaire aérien (N = 259)		
	Indice moyen <sup>a</sup>	Erreur type	Nombre de transects avec pistes (%)	Indice moyen	Erreur type	Nombre de transects avec pistes (%)
Tétraoninés <sup>b</sup>	0,0035	0,0014	15	< 0,0001	< 0,0001	2
Lièvre d'Amérique	0,8158	0,2250	71	0,0160	0,0024	47
Écureuils <sup>c</sup>	0,0341	0,0076	53	0,0015	0,0005	5
Micromammifères <sup>d</sup>	0,0037	0,0015	13	0,0001	0,0001	< 1
Porc-épic d'Amérique	0,0009	0,0009	2	0,0006	0,0004	1
Loup	0,0012	0,0012	2	0,0010	0,0006	2
Renard roux	0,0042	0,0023	7	0,0090	0,0014	21
Petits mustélidés <sup>e</sup>	0,0067	0,0023	20	0,0072	0,0028	12
Martre d'Amérique	0,0179	0,0080	38	0,0184	0,0026	27
Vison d'Amérique	0,0005	0,0005	2	0,0078	0,0037	5
Loutre de rivière	0,0000	0,0000	0	0,0046	0,0012	10
Lynx du Canada	0,0057	0,0027	15	0,0031	0,0007	9

a. Nombre de pistes moyen par transect (0,5 km ou 1 km) pondéré selon le nombre d'heures écoulées depuis la dernière chute de neige.  
 b. Inclut le tétras du Canada, la gélinotte huppée et le lagopède des saules.  
 c. Inclut l'écureuil roux et le grand polatouche.  
 d. Inclut les espèces des familles Soricidæ et Cricetidæ.  
 e. Inclut la belette pygmée et l'hermine.

## **L.4 Espèces menacées ou vulnérables**

### **L.4.1 Objectifs**

L'étude visait à déterminer la présence d'espèces fauniques menacées ou vulnérables et à caractériser leur habitat afin d'évaluer les impacts possibles de la réalisation du projet sur ces espèces.

### **L.4.2 Méthodes**

#### **L.4.2.1 Méthodes d'inventaire**

On a consulté le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) afin d'obtenir la liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées (Société de la faune et des parcs du Québec, 2002) qui peuvent être présentes dans la zone d'influence ou pour lesquelles il existe déjà des mentions. On a également interrogé la banque de données du COSEPAC (2002) sur les espèces en péril.

La présence des micromammifères a été déterminée par piégeage à l'aide de pièges-fosses et de pièges-trappes disposés le long de douze transects (voir la carte L-1). La Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) a délivré un permis de piégeage à cet effet. En général, chaque transect était établi sur une longueur de 210 m à 300 m et comprenait de 28 à 40 pièges-trappes et de 7 à 10 pièges-fosses (Jutras, 2002). On avait disposé des stations tous les 5 m ou 10 m, en alternance. Les pièges-trappes étaient des trappes à souris Victor appâtées avec du beurre d'arachide, tandis que les pièges-fosses étaient constitués de récipients en plastique de 2 litres, enfoncés dans le sol dans lesquels on avait mis une certaine quantité d'eau (environ 0,5 litres) pour noyer les spécimens. On a visité les pièges quotidiennement, le plus tôt possible dans la journée, et on les a activés durant 4 nuits consécutives pour les transects 1 à 10 et 3 nuits pour les transects 11 et 12.

Les individus capturés ont été recueillis dans des sacs à échantillons, puis conservés au congélateur jusqu'à l'analyse. Grâce à l'identification des habitats sur des cartes de végétation, on a pu orienter les inventaires sur le terrain (sélection des habitats) en fonction des besoins connus de chaque espèce. Enfin, on a mis à jour les connaissances sur l'écologie des espèces cibles en consultant la documentation spécialisée ainsi que des spécialistes de la FAPAQ.

On a caractérisé l'utilisation hivernale de la zone d'influence par le lynx en procédant à un inventaire au sol des pistes au sein des groupements végétaux ainsi qu'à un inventaire aérien des pistes le long des milieux riverains. Ces inventaires ont été effectués dans le cadre des études sur la petite faune. Lors de l'inventaire aérien de la grande faune, on avait également pris note de tous les signes de présence du lynx.

#### L.4.2.2 Méthodes d'analyse

L'identification des micromammifères a été effectuée à l'aide des documents de Lupien (2000 et 2002). En ce qui concerne le lynx du Canada, on a déterminé les indices d'abondance et les milieux fréquentés selon les méthodes présentées à la section L.3.

#### L.4.3 Résultats

L'inventaire des micromammifères a eu lieu du 24 au 29 août 2002 dans le secteur du réservoir projeté et à sa périphérie, principalement le long des rivières Péribonka et Manouane. Le tableau L-7 résume les types d'habitat présents à chaque transect de même que l'effort de piégeage exprimé en nombre de nuits-pièges. Le campagnol-lemming de Cooper, le campagnol des rochers et la musaraigne pygmée ont été recensés lors de cet inventaire.

**Tableau L-7 : Effort de piégeage, types d'habitat et espèces végétales dominantes pour chaque transect d'échantillonnage des micromammifères**

Numéro du transect	Effort de piégeage (nuits-pièges)	Habitat	Espèces dominantes et autres éléments importants de l'habitat
1	197	Marécage et forêt mixte	Bouleau blanc, saules, aulnes, graminées, sapin baumier, verge d'or, cornouiller stolonifère, galets
2	136	Talus d'éboulis, pessière noire à sapin et marécage	Épinette noire, sapin baumier, bouleau blanc, myrique baumier, verge d'or, graminées, mousses, cornouiller du Canada, érable à épis, rochers, débris ligneux
3	197,5	Marais	Graminées, carex, myrique baumier, cornouiller stolonifère, saules, aulnes, spirées
4	138	Tourbière et pessière noire	Sphaignes, kalmia, myrique baumier, épinette noire, mélèze laricin, aïrelles, carex, rhododendron du Groenland
5	136	Marécage et herbaçaie	Aulnes, ronces, lichen, graminées, carex
6	198	Talus d'éboulis et pessière noire à sapin	Épinette noire, sapin baumier, mousses, rochers, débris ligneux
7	198	Marécage	Saules, aulnes, graminées, carex, fougères, cornouiller stolonifère
8	198,5	Tourbière et pessière noire	Épinette noire, sphaignes, kalmia, mélèze laricin, aulnes, rhododendron du Groenland, saules, graminées, carex
9	199,5	Tourbière et pessière noire	Sphaignes, carex, épinette noire, kalmia, rhododendron du Groenland, aulnes, bouleau glanduleux
10	167,5	Plantation et forêt mixte	Pin gris, rhododendron du Groenland, kalmia, mousses
11	147,5	Bétulaie blanche	Bouleau blanc, sapin baumier, érable à épis, fougères, sorbier, clintonie boréale
12	90	Bétulaie blanche	Bouleau blanc, érable à épis, sapin baumier, fougères, sorbier, clintonie boréale, cornouiller du Canada

Les inventaires de la grande et de la petite faune, dont l'une des espèces cibles était le lynx du Canada, se sont déroulés du 5 février au 17 mars 2002. On a observé à plusieurs reprises des pistes de lynx du Canada, notamment dans des peuplements de résineux ouverts en régénération ou dans des milieux riverains.

#### L.4.4 Références

- COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEPAC). 2002. *Espèces canadiennes en péril, mai 2002*. Ottawa, Environnement Canada. 44 p.
- JUTRAS, J. 2002. *Protocole pour les inventaires de micromammifères*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec.
- LUPIEN, G. 2002. *Recueil photographique des caractéristiques morphologiques servant à l'identification des micromammifères du Québec*. Vol. 2 : *Rongeurs*. Jonquière, Société de la faune et des parcs du Québec.
- LUPIEN, G. 2000. *Recueil photographique des caractéristiques morphologiques servant à l'identification des micromammifères du Québec*. Vol. 1 : *Insectivores*. Jonquière, Société de la faune et des parcs du Québec.
- SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (FAPAQ). 2002. *Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec*. [En ligne] Québec, ministère des Relations avec les citoyens et de l'Immigration et Communication-Québec, [[www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu\\_rec/esp\\_mena\\_vuln/liste.htm](http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/liste.htm)].