Complexe de la Romaine

Étude d'impact sur l'environnement

Volume 9
Méthodes

Hydro-Québec Production
Décembre 2007

Cette étude d'impact sur l'environnement est soumise à la ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec en vertu de l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement *en vue d'obtenir l'autorisation nécessaire à la construction et à l'exploitation subséquente des aménagements hydroélectriques du complexe de la Romaine. Elle est également transmise à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale, qui coordonne l'évaluation environnementale du projet en vertu de la* Loi canadienne sur l'évaluation environnementale.

L'étude d'impact sur l'environnement, en dix volumes, est subdivisée de la façon suivante :

- Volume 1 : Vue d'ensemble et description des aménagements
- Volume 2 : Milieu physique
- Volume 3 : Milieu biologique (1 de 2)
- Volume 4 : Milieu biologique (2 de 2)
- Volume 5 : Milieu humain – Minganie
- Volume 6 : Milieu humain – Communautés innues et archéologie
- Volume 7 : Bilan des impacts et des mesures d'atténuation
- Volume 8 : Annexes
- Volume 9 : Méthodes
- Volume 10 : Cartes en pochette

La présente étude a été réalisée par Hydro-Québec Équipement et Hydro-Québec Production en collaboration avec la direction principale – Communication d'Hydro-Québec.

La liste détaillée des collaborateurs est présentée à l'annexe L, dans le volume 8

Sommaire

Hydro-Québec Production projette de construire un complexe hydroélectrique de 1 550 MW sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord. Ce complexe sera composé de quatre aménagements hydroélectriques dont la production énergétique moyenne annuelle s'élèvera à 8,0 TWh par année. Le projet est prévu dans le *Plan stratégique 2006-2010* d'Hydro-Québec approuvé par décret du gouvernement du Québec le 14 février 2007 (décret n^{o} 145-2007).

Hydro-Québec Production mettra en marché l'énergie et la puissance produites par le complexe aux conditions des marchés, au Québec et hors Québec. Comme pour les grands projets de développement hydroélectrique réalisés par le passé, les exportations d'Hydro-Québec Production augmenteront durant les premières années suivant la mise en service des centrales, puis elles diminueront au fur et à mesure de la croissance de ses ventes d'électricité au Québec. Cette approche est caractéristique du développement des projets hydroélectriques majeurs au Québec.

Chacun des aménagements comprendra un barrage en enrochement, une centrale munie de deux groupes turbines-alternateurs, un évacuateur de crues et une dérivation provisoire permettant de réaliser les travaux à sec. La superficie totale des quatre réservoirs projetés est de 279 km^2.

L'aménagement de la Romaine-4, situé à la tête du complexe (PK 191,9 de la rivière Romaine), sera mis en service en 2020. Il sera doté d'une centrale en surface de 245 MW munie de deux groupes. L'aménagement de la Romaine-3 sera établi au PK 158,4 de la rivière. La centrale offrira une puissance installée de 395 MW et sera mise en service en 2017. Plus en aval, à la hauteur du PK 90,3, on prévoit construire l'aménagement de la Romaine-2. Celui-ci sera mis en service en 2014 et produira 640 MW. Enfin, au PK 52,5, on trouvera l'aménagement de Romaine-1, qui aura une puissance de 270 MW et sera exploité à compter de 2016.

Un débit réservé est prévu à chacun des aménagements. Il sera de 1,8 m^3/s à la Romaine-4, de 2,2 m^3/s à la Romaine-3 et de 2,7 m^3/s à la Romaine-2. Les pertes d'habitat du poisson dans les tronçons court-circuités seront compensées par une série de mesures visant l'omble de fontaine à l'extérieur de ces tronçons. Un régime de débits réservés écologiques est prévu en aval de l'aménagement de la Romaine-1. Ses caractéristiques ainsi que d'autres mesures proposées seront dictées par les besoins du saumon atlantique (reproduction, incubation des œufs et alimentation), présent dans la Romaine entre l'embouchure et le PK 52,5. Le débit d'exploitation de la centrale de la Romaine-1 variera typiquement entre 200 et 400 m^3/s. Il sera supérieur aux débits réservés écologiques pendant la quasi-totalité du temps.

Le projet consiste également à construire la route de la Romaine, qui reliera la route 138 aux quatre aménagements projetés, couvrant une distance totale de quelque 150 km. Deux campements de travailleurs sont prévus sur la rive droite de la Romaine, l'un au kilomètre 35,7 de la route de la Romaine et l'autre au kilomètre 118,0.

La construction du complexe débutera aussitôt que les autorisations gouvernementales auront été délivrées. Les travaux commenceront au milieu de 2009 et la mise en service du premier aménagement aura lieu en 2014. La dernière mise en service aura lieu en 2020. Le coût total du projet est évalué à 6,5 milliards de dollars.

Il est prévu que la production du complexe de la Romaine sera intégrée au réseau de transport d'Hydro-Québec TransÉnergie par environ 500 km de lignes de transport conçues à 315 kV et à 735 kV, mais toutes exploitées à 315 kV. Les postes de départ et les nouvelles lignes feront l'objet d'une étude d'impact distincte.

Le projet du complexe de la Romaine a fait l'objet de nombreuses consultations auprès du public ainsi que d'échanges divers avec le milieu et les autorités locales. Ces rencontres ont permis de dégager les grands enjeux du projet, soit les retombées économiques, l'ouverture du territoire, la traversée de la Romaine en motoneige, les activités de chasse, de pêche et de piégeage, la préservation des ressources fauniques et de leur habitat (particulièrement celui du saumon) ainsi que l'intégrité de la réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan.

Hydro-Québec a conclu avec la MRC de Minganie une entente de partenariat inspirée de celles qui ont été signées dans le cadre des aménagements hydroélectriques récents réalisés par l'entreprise. Ce partenariat permettra à la région hôte de mieux profiter de la réalisation du projet.

Hydro-Québec a présenté les caractéristiques du projet aux représentants des communautés innues de Mingan (Ekuanitshit), de Natashquan (Nutashkuan), de La Romaine (Unamanshipu) et de Pakuashipi. Le contexte des revendications territoriales globales en cours a compliqué et retardé la participation des Innus aux études relatives au complexe de la Romaine. La réponse des communautés paraît généralement favorable au projet. Hydro-Québec discute présentement avec les communautés innues pour déterminer le contenu des ententes sur les répercussions et avantages (ERA) qui visent, entre autres choses, à favoriser leur développement économique et social ainsi qu'à promouvoir le maintien d'*Innu Aitun*[1].

Le projet aura des retombées positives sur l'environnement socioéconomique des communautés de la Minganie et de la Côte-Nord ainsi que sur l'économie de l'ensemble du Québec. On estime que les contrats et les achats de biens et de services liés à la construction du complexe engendreront des retombées d'environ 3,5 milliards de dollars au Québec et que le projet devrait créer ou maintenir des emplois équivalant à 33 410 années-

[1] *Innu Aitun*, « la vie innue », désigne toutes les activités rattachées à la culture, aux valeurs fondamentales et au mode de vie traditionnel des Innus ainsi que le lien particulier qu'ils entretiennent avec le territoire.

personnes. Compte tenu des mesures de bonification mises en place, environ 1,3 milliard de dollars en dépenses de construction pourraient profiter aux entreprises de la Côte-Nord. Le taux de participation des travailleurs de la construction de la région serait voisin de 60 %. De nombreuses mesures seront mises en œuvre pour que le projet s'insère le mieux possible dans le milieu, telles que des mesures favorisant les retombées économiques et l'emploi de la main-d'œuvre locale et régionale.

En plus des revenus fiscaux engendrés par le complexe de la Romaine, Hydro-Québec versera chaque année les redevances hydrauliques, la taxe sur les services publics ainsi que des dividendes au gouvernement du Québec.

Par ailleurs, certains travailleurs affectés à la construction du complexe pourraient choisir de s'établir en Minganie, principalement à Havre-Saint-Pierre. Cet apport de nouveaux résidents, notamment de jeunes familles, devrait permettre de dynamiser la vie de la communauté et de compenser la baisse démographique que connaît actuellement la Minganie.

Parmi les autres retombées positives du projet, la route de la Romaine, qui créera une percée d'environ 150 km dans l'arrière-pays, permettra d'améliorer l'accès aux zones de villégiature et pourrait favoriser le développement d'activités récréotouristiques. Aussi, elle ouvrira des territoires à l'exploitation de la forêt ou à la prospection minière. En raison de ses répercussions possibles sur les ressources naturelles et sur la villégiature, notamment, l'ouverture du territoire – un sujet sensible pour les populations minganoise et innue – a été prise en compte dans l'évaluation des impacts de toutes les composantes du milieu.

Plusieurs mesures viennent atténuer l'impact du projet sur la pratique de la motoneige. Les plus importantes sont la construction d'une passerelle aux environs du PK 15,5 de la Romaine et l'accès des motoneiges au pont de Romaine-1 projeté.

La navigation de plaisance sur la Romaine ne devrait pas être modifiée par les nouvelles conditions hydrauliques, car les débits d'été seront peu modifiés. Par ailleurs, les eaux calmes des nouveaux réservoirs seront facilement navigables. Une rampe de mise à l'eau sera aménagée sur les rives de chaque réservoir et des aménagements faciliteront le franchissement des ouvrages de la Romaine-1 par les canoteurs et les kayakistes. La création des réservoirs transformera la presque totalité du paysage fluvial de la Romaine en paysage lacustre. La disparition de la Grande Chute, située au PK 52,5 à l'emplacement du barrage de la Romaine-1, constitue le seul impact notable sur le paysage.

La création des réservoirs touchera une douzaine de détenteurs de baux de villégiature. Le projet n'empêchera pas cependant la poursuite des activités de chasse, de pêche sportive et de piégeage. Seuls quelques lieux de pêche fréquentés par moins d'une dizaine de pêcheurs seront modifiés ou disparaîtront. Les réservoirs modifieront aussi certaines aires de chasse au gros gibier, mais la disponibilité des espèces chassées devrait rester la même. Par ailleurs, la route de la Romaine améliorera l'accessibilité des territoires de chasse et des secteurs de pêche. Il est à noter que la pêche blanche pratiquée à l'embouchure de la rivière Aisley ne sera pas perturbée.

La pêche au saumon – que ce soit la pêche de subsistance des Innus ou la pêche sportive – sera modifiée par la régularisation du débit de la Romaine, qui favorisera une montaison plus rapide du saumon.

Le saumon atlantique, une ressource de première importance dans le milieu, fera l'objet de mesures particulières, tant en ce qui concerne le mode d'exploitation des centrales que l'aménagement de frayères et la mise en place d'un programme de restauration, étalé sur vingt ans. Malgré une légère diminution de la croissance due au refroidissement de l'eau en été, on ne prévoit pas d'effet négatif du projet sur la population de saumons, sinon une amélioration attribuable au programme de restauration. L'habitat du poisson, malgré des transformations importantes, sera propice au maintien de la capacité de production actuelle. Par ailleurs, les réservoirs projetés n'offriront pas d'habitat favorable à l'omble de fontaine. En compensation, des ruisseaux et des lacs environnants seront aménagés en faveur de cette espèce. De plus, dans deux réservoirs, des programmes favoriseront l'implantation de populations d'autres salmonidés à forte valeur récréative et de subsistance, soit la ouananiche (Romaine 4) et le touladi (Romaine 1).

Quant aux activités de piégeage, on ne prévoit pas d'incidences notables sur le potentiel de prélèvement d'animaux à fourrure. Par contre, les nouvelles conditions de la couverture de glace de la Romaine pourraient compliquer l'accès à certaines parties de sept terrains de piégeage le long de la rivière. Les mesures mises en place pour la motoneige permettront toutefois de limiter les impacts sur les activités des piégeurs.

Le milieu marin entourant l'archipel de Mingan sera peu influencé par les modifications de débit de la Romaine, comme le démontre un modèle de prévision de la productivité planctonique. On ne prévoit donc pas d'impact sur les activités de pêche commerciale à l'embouchure de la rivière. Les oiseaux marins et la sauvagine qui fréquentent l'archipel ne devraient pas non plus être affectés par le projet.

Enfin, parmi les mammifères terrestres, les quelques caribous forestiers qui fréquentent la zone d'étude seront dérangés par les travaux de construction. Cette espèce fera l'objet d'un suivi scientifique qui s'étendra au-delà de la période de construction et qui visera à mieux connaître ses déplacements.

On effectuera une surveillance environnementale pendant toute la durée des travaux pour s'assurer de l'application des mesures d'atténuation. De plus, un programme de suivi permettra de vérifier l'importance réelle des impacts ainsi que l'efficacité des mesures d'atténuation, de bonification et de compensation, pour bon nombre de composantes du milieu.

Situation du projet

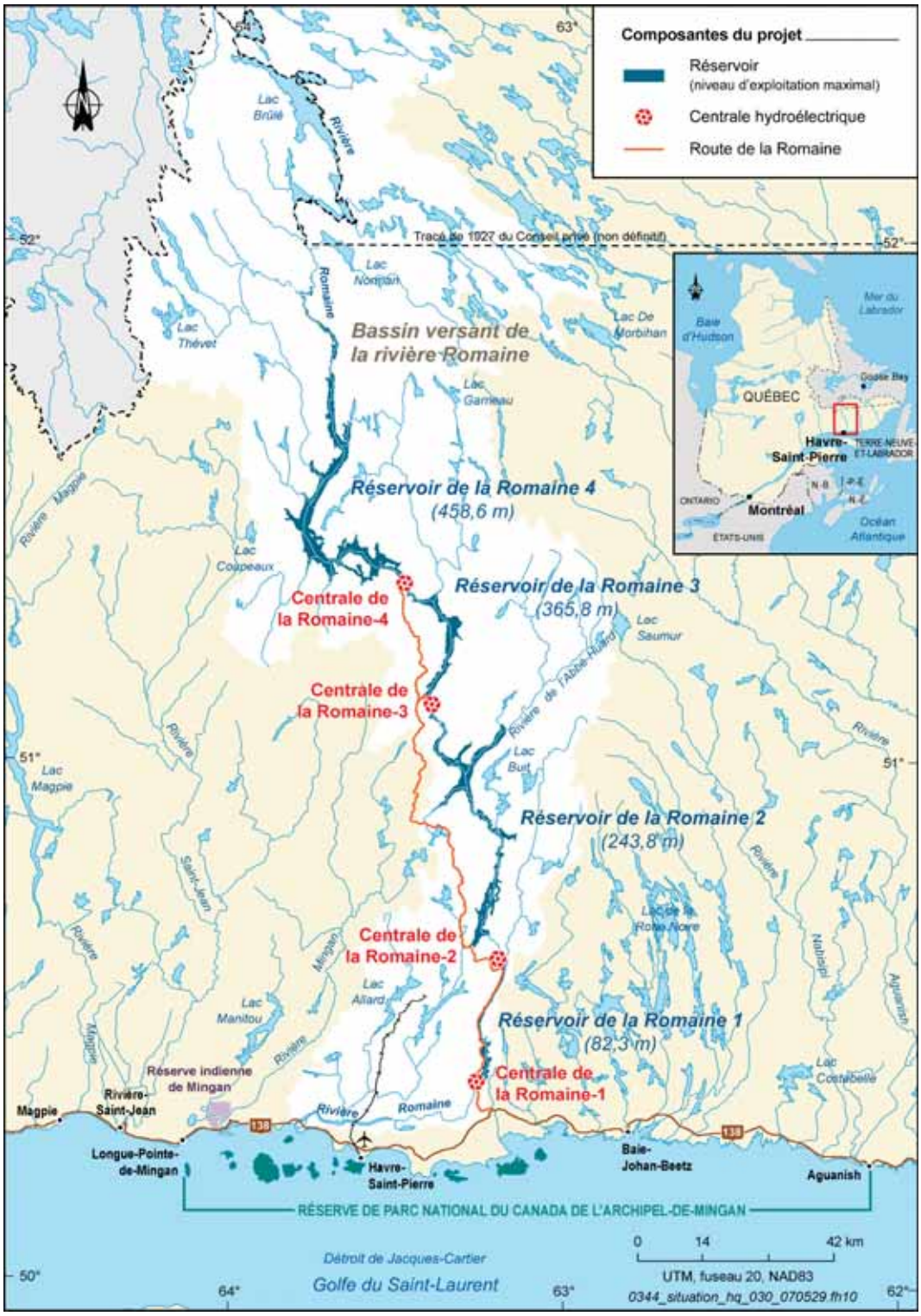


Table des matières globale

Volume 1 Vue d'ensemble et description des aménagements

1 Introduction
2 Justification du projet
3 Participation du public
4 Zone d'étude
5 Description générale du milieu
6 Enjeux
7 Méthode d'évaluation des impacts
8 Variantes étudiées et retenues
9 Aménagement de la Romaine-4
10 Aménagement de la Romaine-3
11 Aménagement de la Romaine-2
12 Aménagement de la Romaine-1
13 Accès et hébergement permanents
14 Installations temporaires et activités pendant la construction
15 Gestion des risques d'accident

Volume 2 Milieu physique

16 Hydraulique, hydrologie et hydrodynamique
17 Régime thermique
18 Régime des glaces
19 Géomorphologie
20 Dynamique sédimentaire
21 Qualité de l'eau
22 Océanographie physique

Volume 3 Milieu biologique (1 de 2)

23 Poissons
24 Mercure dans la chair des poissons

Volume 4 Milieu biologique (2 de 2)

25 Végétation
26 Faune terrestre et semi-aquatique
27 Amphibiens et reptiles
28 Oiseaux
29 Océanographie biologique

Volume 5 Milieu humain – Minganie

30 Planification et aménagement du territoire
31 Environnement socioéconomique
32 Mercure et santé publique
33 Chasse sportive, pêche sportive et piégeage
34 Pêche commerciale
35 Activités récréotouristiques
36 Paysage
37 Forêts, mines et infrastructures

Volume 6 Milieu humain – Communautés innues et archéologie

38 Contexte historique (1820-1980) du développement des communautés innues de la Moyenne-Côte-Nord et de la Basse-Côte-Nord
39 Ekuanitshit
40 Nutashkuan
41 Unaman-shipu
42 Pakua-shipi
43 Innus d'Uashat mak Mani-Utenam et du Labrador
44 Savoir des communautés innues
45 Archéologie

Volume 7 Bilan des impacts et des mesures d'atténuation

46 Bilan des impacts et des mesures d'atténuation, de bonification et de compensation
47 Surveillance des travaux et suivi environnemental
48 Effets cumulatifs
49 Gaz à effet de serre et changements climatiques
50 Développement durable
51 Bibliographie

Volume 8 Annexes

Volume 9 Méthodes

Volume 10 Cartes en pochette

Table des matières

Volume 9 : Méthodes

M1 Débit réservé écologique

M1.1 Objectifs M1-3
M1.2 Méthodes M1-3
M1.2.1 Tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2 . . . . . M1-3
M1.2.2 Cours aval de la Romaine (PK 0-52) M1-6
M1.3 Références M1-22

M2 Accès

M2.1 Objectifs M2-3
M2.2 Méthodes M2-3
M2.2.1 Données techniques M2-3
M2.2.2 Inventaire M2-5
M2.2.3 Résistances M2-6
M2.2.4 Optimisation M2-7
M2.3 Références M2-11

M3 Hydrologie

M3.1 Objectifs M3-3
M3.2 Méthodes M3-3
M3.2.1 Reconstitution des apports hebdomadaires M3-3
M3.2.2 Analyse statistique des débits de crue M3-4
M3.2.3 Détermination de la crue maximale probable M3-5
M3.2.4 Simulation de la production d'énergie M3-8

M4 Hydraulique

M4.1 Objectifs M4-3
M4.2 Zone d'étude M4-3
M4.3 Modèle hydraulique M4-3
M4.3.1 Description du modèle M4-3
M4.3.2 Données de base et étalonnage du modèle M4-4

M5 Régime thermique

M5.1 Objectifs M5-3
M5.2 Zone d'étude M5-3
M5.3 Modélisation du régime thermique M5-3
M5.3.1 Description des modèles M5-3
M5.3.2 Données de base M5-5
M5.4 Références M5-7

M6 Régime des glaces
M6.1 Objectifs M6-3
M6.2 Zone d'étude M6-3
M6.3 Modélisation du régime des glaces M6-3
M6.3.1 Description du modèle M6-3
M6.3.2 Données de base et étalonnage du modèle M6-4
M6.3.3 Accessibilité de la couverture de glace M6-5
M6.4 Références M6-6

M7 Géomorphologie
M7.1 Objectifs M7-3
M7.2 Zone d'étude M7-3
M7.3 Méthodes M7-4
M7.3.1 Photo-interprétation et cartographie préliminaires M7-4
M7.3.2 Campagnes de terrain M7-4
M7.3.3 Caractérisation géomorphologique M7-5
M7.3.4 Caractérisation et analyse des sols indurés M7-6
M7.4 Références M7-6

M8 Dynamique sédimentaire
M8.1 Objectifs M8-3
M8.2 Zone d'étude M8-3
M8.3 Méthodes M8-3
M8.3.1 Étude de l'érosion et calcul des apports sédimentaires potentiels M8-3
M8.3.2 Mesure de la charge sédimentaire de la rivière Romaine M8-5
M8.3.3 Calcul de la charge de fond théorique M8-7
M8.3.4 Traçage géochimique et évaluation du transit sédimentaire de la Romaine M8-8
M8.4 Références M8-9

M9 Qualité de l'eau
M9.1 Conditions actuelles M9-3
M9.1.1 Stations d'échantillonnage M9-3
M9.1.2 Campagne d'échantillonnage M9-4
M9.1.3 Variables mesurées et méthode d'échantillonnage M9-4
M9.1.4 Contrôle de qualité M9-6
M9.2 Prévision des impacts M9-6
M9.2.1 Réservoirs M9-7
M9.2.2 Tronçons de rivière à débit réduit M9-18
M9.3 Références M9-22

M10 Océanographie physique
M10.1 Objectifs et zone d'étude M10-3
M10.2 Méthodes M10-4
M10.2.1 Relevés physiques M10-4
M10.2.2 Relevés glaciologiques M10-7
M10.2.3 Caractérisation physique des masses d'eau M10-8
M10.3 Références M10-16

M11 Poissons

M11.1 Démarche méthodologique M11-3
M11.2 Méthodes générales M11-5
M11.2.1 Inventaire des communautés de poissons M11-5
M11.2.2 Inventaires des habitats aquatiques M11-17
M11.2.3 Production piscicole M11-33
M11.3 Méthodes particulières relatives à l'anguille d'Amérique M11-44
M11.3.1 Répartition de l'espèce M11-44
M11.3.2 Caractéristiques de population M11-45
M11.4 Méthodes particulières relatives au saumon atlantique M11-46
M11.4.1 Montaison des adultes reproducteurs M11-46
M11.4.2 Franchissabilité des obstacles M11-49
M11.4.3 Caractéristiques biologiques des reproducteurs M11-51
M11.4.4 Comptage des nids sur les frayères M11-52
M11.4.5 Conditions hivernales des frayères M11-53
M11.4.6 Dynamique hydrosédimentaire des frayères M11-53
M11.4.7 Inventaire des juvéniles M11-54
M11.4.8 Dévalaison des smolts M11-57
M11.4.9 Potentiel salmonicole M11-59
M11.4.10 Exploitation par la pêche sportive M11-62
M11.5 Références M11-64

M12 Mercure

M12.1 Conditions actuelles M12-3
M12.1.1 Secteurs considérés M12-3
M12.1.2 Détermination des teneurs en mercure des poissons en conditions actuelles M12-4
M12.2 Prévision des impacts M12-5
M12.2.1 Caractéristiques des modèles HQEAU et HQHG M12-6
M12.2.2 Calibration et validation du modèle M12-25
M12.2.3 Données utilisées et hypothèses de calcul M12-34
M12.2.4 Exportation du mercure en aval des réservoirs M12-38
M12.2.5 Analyse du risque additionnel pour la santé des consommateurs de poissons M12-40
M12.3 Références M12-48

M13 Végétation

M13.1 Objectifs et zone d'étude M13-3
M13.2 Méthodes M13-3
M13.2.1 Cartographie M13-3
M13.2.2 Inventaires et analyses M13-5
M13.3 Références M13-7

M14 Faune terrestre et semi-aquatique
M14.1 Objectifs et zone d'étude M14-3
M14.2 Méthodes M14-3
M14.2.1 Grande faune M14-4
M14.2.2 Petite faune M14-15
M14.2.3 Espèces à statut particulier M14-25
M14.3 Références M14-26

M15 Amphibiens et reptiles
M15.1 Objectifs et zone d'étude M15-3
M15.2 Méthodes M15-3
M15.2.1 Inventaire M15-3
M15.2.2 Analyse M15-4
M15.3 Références M15-4

M16 Oiseaux
M16.1 Objectifs et zone d'étude M16-3
M16.2 Méthodes M16-3
M16.2.1 Sauvagine M16-4
M16.2.2 Oiseaux de proie M16-7
M16.2.3 Oiseaux forestiers M16-9
M16.2.4 Autres oiseaux aquatiques. M16-12
M16.2.5 Oiseaux de l'embouchure M16-13
M16.2.6 Espèces à statut particulier M16-16
M16.3 Références M16-16

M17 Océanographie biologique
M17.1 Objectifs et zone d'étude M17-3
M17.2 Méthodes M17-3
M17.2.1 Inventaire M17-4
M17.2.2 Analyse M17-7
M17.3 Modèle numérique de production planctonique M17-8
M17.3.1 Approche méthodologique M17-8
M17.3.2 Description des modèles M17-8
M17.4 Références M17-10

M18 Utilisation du territoire par les Minganois
M18.1 Objectifs. M18-3
M18.2 Méthodes M18-4
M18.2.1 Documentation M18-4
M18.2.2 Inventaires sur le terrain M18-5
M18.2.3 Rencontres et entrevues M18-5
M18.2.4 Enquêtes M18-7
M18.3 Références M18-7

M19 Aspects sociaux
M19.1 Objectifs M19-3
M19.2 Méthodes M19-3
M19.3 Références M19-6

M20 Retombées économiques
M20.1 Objectifs M20-3
M20.2 Méthodes M20-3
M20.2.1 Revenus des gouvernements M20-3
M20.2.2 Nombre d'emplois soutenus M20-5

M21 Activités récréotouristiques
M21.1 Objectifs M21-3
M21.2 Méthodes M21-3
M21.2.1 Documentation M21-4
M21.2.2 Inventaires sur le terrain M21-4
M21.2.3 Rencontres et entrevues téléphoniques avec les acteurs du milieu M21-4
M21.2.4 Entrevues M21-7
M21.2.5 Enquêtes M21-9
M21.3 Références M21-16

M22 Navigation
M22.1 Objectifs M22-3
M22.2 Méthodes d'inventaire M22-3
M22.2.1 Documentation M22-4
M22.2.2 Inventaires sur le terrain M22-4
M22.2.3 Rencontres et entrevues M22-4
M22.2.4 Enquêtes M22-5
M22.3 Étude des conditions futures de navigation M22-6
M22.3.1 Navigation en embarcation motorisée M22-6
M22.3.2 Navigation en canot et en kayak M22-7
M22.4 Références M22-7

M23 Paysage
M23.1 Objectifs M23-3
M23.2 Méthodes M23-3
M23.3 Références M23-5

M24 Forêt
M24.1 Objectifs M24-3
M24.2 Méthodes M24-3
M24.2.1 Inventaire forestier M24-3
M24.2.2 Cartographie forestière M24-4
M24.2.3 Faisabilité d'un plan de récupération des peuplements marchands potentiellement récupérables dans les réservoirs de la Romaine M24-5
M24.2.4 Déboisement par les agents naturels et débris ligneux M24-6
M24.2.5 Perte de possibilité forestière et d'infrastructures forestières M24-6
M24.3 Références M24-7

M25 Communautés innues

M25.1 Objectifs M25-3
M25.2 Méthodes M25-4
M25.2.1 Recherche documentaire M25-4
M25.2.2 Entrevues individuelles M25-5
M25.2.3 Entrevues de groupe M25-8
M25.2.4 Sondage par questionnaire M25-9
M25.2.5 Personnes rencontrées dans les communautés M25-11
M25.2.6 Guides d'entrevue et questionnaires M25-18
M25.3 Références M25-65

M26 Archéologie

M26.1 Historique des recherches M26-3
M26.4 Références M26-5

Tableaux

M1-1 Débits réservés obtenus par la méthode du périmètre mouillé dans les tronçons court-circuités de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 . . . . . M1-5
M1-2 Sites retenus pour la modélisation hydrodynamique M1-7
M1-3 Débits de calage du modèle 1D à l'aval du PK 52 de la Romaine M1-8
M1-4 Classes de substrat M1-11
M1-5 Résultats de l'analyse 1D des trois frayères à saumon modélisées M1-20
M2-1 Accès permanent – Résistance des éléments du milieu M2-8
M2-2 Accès permanent – Exemple d'optimisation du tracé – Segment 13 . . . . . M2-10
M4-1 Sections bathymétriques représentées dans le modèle hydraulique M4-4
M8-1 Méthode de mesure de la charge sédimentaire de la Romaine – 2003 et 2004 . . . . . M8-6
M9-1 Emplacement des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau M9-3
M9-2 Calendrier d'échantillonnage de la qualité de l'eau M9-4
M9-3 Types d'échantillons prélevés et variables physicochimiques analysées pour déterminer la qualité de l'eau M9-5
M9-4 Proportion des groupements végétaux dans les aires d'ennoiement des réservoirs projetés M9-10
M9-5 Quantité de carbone labile dans les aires d'ennoiement des réservoirs projetés M9-11
M9-6 Diminution de l'oxygène dissous dans les réservoirs projetés – Période d'exploitation du complexe M9-13
M9-7 Diminution de l'oxygène dissous dans les réservoirs projetés – Période d'exploitation transitoire M9-13
M9-8 Modification du pH dans les réservoirs projetés M9-15
M9-9 Modification de la couleur vraie, du carbone organique total et de l'azote total Kjeldahl dans les réservoirs projetés M9-16
M9-10 Modification maximale de la chlorophylle a dans les réservoirs projetés M9-17
M10-1 Renseignements sur les données marégraphiques M10-4
M10-2 Renseignements sur les stations limnimétriques de la Romaine M10-4
M10-3 Descripteurs des profils CTD utilisés pour l'analyse en composantes principales (ACP) dans la zone de l'embouchure de la Romaine M10-12
M10-4 Descripteurs des profils CTD utilisés pour l'analyse en composantes principales (ACP) dans le chenal de Mingan M10-13
M11-1 Délimitation des secteurs d'étude M11-4
M11-2 Effort de pêche au filet maillant expérimental et à la seine de rivage dans la Romaine – 2004 et 2005 . . . . . M11-7
M11-3 Répartition de l'effort de pêche à l'électricité dans les tributaires – 2004 et 2005 . . . . . M11-9
M11-4 Effort de pêche à l'électricité dans les tributaires – 2004 et 2005 . . . . . M11-10
M11-5 Répartition et superficie des lacs ennoyés M11-11
M11-6 Effort de pêche au filet maillant expérimental dans les lacs ennoyés – 2004 et 2005 . . . M11-12
M11-7 Faciès d'écoulement M11-18
M11-8 Classes granulométriques M11-19

M11-9 Habitats types photo-interprétés dans la Romaine M11-19
M11-10 Classes de milieux humides M11-22
M11-11 Modifications d'habitat dans les tronçons court-circuités – Conditions futures M11-24
M11-12 Techniques et engins d'échantillonnage utilisés pour vérifier la présence d'œufs M11-29
M11-13 Degré de franchissabilité des obstacles à la libre circulation des poissons M11-31
M11-14 Effort de pêche par habitat type dans la Romaine selon la profondeur d'eau – 2004 et 2005 . . . . . M11-42
M11-15 Température moyenne de l'eau de la Romaine – Conditions actuelles et futures M11-43
M11-16 Paramètres et équations descriptives de la croissance en longueur des principales espèces de poissons de la Romaine selon la température de l'eau M11-43
M11-17 Facteur de correction de la production et de l'indice de production pondérée pour la croissance des principales espèces de poissons de la Romaine – Conditions futures M11-44
M11-18 Engins de pêche utilisés pour étudier la répartition de l'anguille d'Amérique dans la Romaine – 2005 . . . . . M11-45
M11-19 Techniques d'échantillonnage des saumons juvéniles dans la Romaine – 2001 . . . . . M11-55
M12-1 Groupements végétaux ennoyés dans chacun des réservoirs de la Romaine M12-9
M12-2 Composition moyenne de l'alimentation des poissons non piscivores considérée par défaut M12-18
M12-3 Correspondance entre la teneur moyenne en méthylmercure de l'alimentation des poissons non piscivores et celle de l'eau en milieu naturel non perturbé M12-19
M12-4 Composition moyenne de l'alimentation des poissons piscivores considérée par défaut M12-21
M12-5 Profil annuel répété des concentrations des principales variables de la qualité de l'eau des affluents des réservoirs projetés M12-35
M12-6 Pourcentage d'enlèvement de chacune des composantes labiles de la végétation et des sols ennoyés M12-36
M14-1 Sources d'information sur les préférences d'habitat retenues pour la détermination du potentiel de l'habitat hivernal des espèces de la petite faune les plus abondantes . . . M14-25
M20-1 Impact économique de la réalisation du complexe de la Romaine pour les gouvernements du Québec et du Canada M20-5
M20-2 Impact économique de la réalisation du projet selon le type d'activité – Complexe de la Romaine et aménagement de l'Eastmain-1 . . . . . M20-8
M20-3 Proportion de la valeur ajoutée et de la valeur des importations par rapport au volume de dépenses selon le type d'activité – Aménagement de l'Eastmain-1 . . . . . M20-9
M20-4 Valeur ajoutée et valeur des importations selon le type d'activité – Complexe de la Romaine M20-9
M20-5 Retombées économiques régionales de certains projets hydroélectriques d'Hydro-Québec M20-10
M21-1 Enquêtes, rencontres et entrevues sur les activités récréotouristiques M21-10
M25-1 Répartition des répondants au sondage par questionnaire M25-10
M25-2 Sexe des répondants au sondage par questionnaire M25-10
M25-3 Âge des répondants au sondage par questionnaire M25-10
M25-4 Personnes consultées dans la communauté d'Ekuanitshit M25-12
M25-5 Personnes consultées dans la communauté de Nutashkuan M25-15
M25-6 Personnes consultées dans la communauté d'Unaman-shipu M25-17

Figures

M1-1 Densité de saumons juvéniles dans la Romaine selon la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat, et courbes de préférence pour leur alimentation M1-10
M1-2 Modèles d'habitat pour l'alimentation des saumons juvéniles M1-12
M1-3 Occurrence de nids de saumon dans la Romaine selon la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat, et courbes de préférence pour la fraie M1-13
M1-4 Modèles d'habitat pour la fraie du saumon M1-15
M1-5 Description de la méthode PPDS M1-18
M1-6 Schématisation de l'analyse 1D pour la détermination du débit réservé d'hiver M1-19
M10-1 Plan de l'analyse objective visant à relier les profils CTD en fonction des variables explicatives M10-15
M12-1 Grandes étapes algorithmiques du modèle HQEAU M12-8
M12-2 Grandes étapes algorithmiques du modèle HQHG M12-13
M12-3 Facteur de correction de la teneur moyenne en mercure du grand corégone de longueur standardisée en fonction du nombre de degrés-jours M12-28
M12-4 Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Robert-Bourassa – Grand corégone de longueur standardisée (400 mm) M12-29
M12-5 Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Robert-Bourassa – Grand brochet de longueur standardisée (700 mm) M12-29
M12-6 Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Caniapiscau – Grand corégone de longueur standardisée (400 mm) M12-30
M12-7 Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Caniapiscau – Grand brochet de longueur standardisée (700 mm) M12-30
M12-8 Simulation des teneurs en mercure du meunier rouge, du grand corégone et du grand brochet dans le réservoir La Grande 3 . . . . . M12-31
M12-9 Simulation des teneurs en mercure du meunier rouge, du grand corégone et du grand brochet dans le réservoir La Grande 4 . . . . . M12-32
M14-1 Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat hivernal de l'orignal M14-9
M14-2 Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat hivernal du caribou M14-10
M14-3 Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat de mise bas du caribou M14-12
M14-4 Méthode d'évaluation du potentiel de l'habitat de l'ours noir M14-15

Cartes

M1-1 Sections transversales utilisées pour l'analyse 1D de la frayère du PK 48,9 de la Romaine
M1-2 Sections transversales utilisées pour l'analyse 1D de la frayère du PK 46,2 de la Romaine
M1-3 Sections transversales utilisées pour l'analyse 1D de la frayère du PK 34,5 de la Romaine

M1 Débit réservé écologique

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M1.1 Objectifs

Le texte qui suit décrit les méthodes utilisées pour déterminer les débits réservés qui seront maintenus pendant l'exploitation du complexe de la Romaine dans les tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2 (entre les barrages et la sortie des canaux de fuite des centrales) ainsi que le régime de débits réservés écologiques qui sera appliqué à l'aval de la centrale de la Romaine-1.

M1.2 Méthodes

M1.2.1 Tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2

M1.2.1.1 Détermination du débit réservé

Dans les tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2, on maintiendra un débit constant qui correspondra à 1 % du débit moyen annuel à l'extrémité amont de chaque tronçon en conditions actuelles. Les pertes d'habitat encourues feront l'objet de mesures de compensation à l'extérieur des tronçons court-circuités.

On a retenu cette approche après avoir constaté que les méthodes de calcul proposées dans la Politique de débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats (Société de la faune et des parcs du Québec, 1999) étaient inapplicables pour des raisons soit économiques, soit techniques. Cette politique préconise trois approches, soit la modélisation des micro-habitats (MMH), la méthode écohydrologique et la méthode du périmètre mouillé.

Comme l'indiquent les sections 9.4, 10.4 et 11.4, la méthode de modélisation des microhabitats (MMH) ne peut être appliquée dans les tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2 parce qu'il est impossible d'y effectuer tous les relevés nécessaires à l'établissement de modèles hydrodynamiques vraiment représentatifs. Les difficultés du terrain (inaccessibilité des secteurs lotiques encaissés, force du courant, etc.) ont en effet limité la campagne de mesures aux quelques bassins présents dans les tronçons.

Par ailleurs, les débits réservés découlant des méthodes écohydrologique et du périmètre mouillé sont trop élevés pour assurer la rentabilité économique du projet. Selon la méthode écohydrologique (Belzile et coll., 1997), il faudrait envisager des débits de 92 m^3/s dans le tronçon court-circuité de Romaine-4, de 111 m^3/s dans celui de Romaine-3 et de 135 m^3/s dans celui de Romaine-2. Selon la classification proposée par cette méthode, la Romaine fait partie d'une région écohydrologique où le débit réservé recommandé pour l'année complète est équivalent à 50 % du débit médian annuel.

Pour ce qui est de la méthode du périmètre mouillé (Cochnauer, 1976 ; Annear et Condor, 1984 ; Bietz et coll., 1985), son application donne lieu à des débits réservés de 100 m^3/s, de 177 m^3/s et de 182 m^3/s dans les tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2, respectivement.

Il est utile de rappeler que la méthode du périmètre mouillé consiste à déterminer, pour différents débits, le périmètre de la section hydraulique se trouvant sous la ligne des eaux. Ces valeurs servent à établir une relation entre le périmètre mouillé (qui est assimilé à l'habitat du poisson) et le débit sous la forme d'une courbe qui présente généralement un point d'inflexion correspondant à un débit-seuil en deçà duquel toute diminution de débit s'accompagne d'une perte importante du périmètre mouillé. Ce débit-seuil sert à déterminer la valeur de débit réservé en considérant que tout débit inférieur à cette valeur amène une perte marquée de superficie d'habitat.

On a appliqué cette méthode à l'aide du logiciel HEC-RAS sur une quinzaine de sections transversales réparties dans les tronçons court-circuités de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 (voir le tableau M1-1). La bathymétrie de ces sections a été relevée au cours de l'été 2005 à l'aide d'un échosondeur (*Sea Max* de Marine Tech) relié à un DGPS. Les données recueillies sur ces sections transversales ont également été utilisées pour établir la relation entre la superficie mouillée approximative et le débit dans les trois tronçons court-circuités. Pour chacun de ces tronçons, les étapes suivantes ont été suivies :

- À chaque section transversale, on a calculé le niveau d'eau et la largeur au miroir pour le débit en conditions actuelles, pour le débit en conditions futures et pour les débits de 50 m^3/s, de 100 m^3/s et de 150 m^3/s. Les débits en conditions actuelles sont de 185 m^3/s, de 224 m^3/s et de 273 m^3/s pour les tronçons de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2, respectivement. En conditions futures, ils seront de 1,8 m^3/s, de 2,2 m^3/s et de 2,7 m^3/s.
- On a ensuite interpolé de façon approximative la ligne de rivage entre les sections transversales, à l'aide des photographies aériennes haute résolution (XEOS).
- Enfin, la superficie mouillée associée à chaque débit a été calculée avec le logiciel HEC-RAS. La superficie mouillée correspond à l'aire au miroir du plan d'eau.

Ces calculs n'ont porté que sur les zones lentiques, c'est-à-dire les bassins et les chenaux, car il n'y a pas suffisamment de relevés bathymétriques dans les zones lotiques (chutes, cascades, rapides et seuils) pour pouvoir estimer leur superficie mouillée, même de façon approximative.

Tableau M1-1 : Débits réservés obtenus par la méthode du périmètre mouillé dans les tronçons court-circuités de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4

Section transversale (PK)	Débit réservé (m^3/s)
Tronçon court-circuité de la Romaine-4	
83,69	120
86,54	170
86,64	150
86,74	350
86,90	120
Moyenne	182
Tronçon court-circuité de la Romaine-3	
157,69	160
157,84	150
158,05	160
158,18	175
158,30	215
158,44	200
Moyenne	177
Tronçon court-circuité de la Romaine-2	
190,85	100
190,98	100
191,06	100
191,15	100
Moyenne	100

M1.2.1.2 Détermination des apports intermédiaires

Alors que le débit sera constant à l'extrémité amont de chaque tronçon court-circuité, il variera dans leur partie aval en raison des apports des tributaires. On a établi l'hydrogramme de ces apports intermédiaires pour l'amont et l'aval des tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2 à partir de la superficie des bassins versants des tributaires et des données historiques des précipitations pour la région. Ces hydrogrammes ont servi à l'analyse des variations de débit dans les tronçons court-circuités en conditions futures.

M1.2.2 Cours aval de la Romaine (PK 0-52)

La démarche menant à l'établissement du régime de débits réservés écologiques en aval de la centrale de la Romaine-1 est décrite à la section 12-4. Les débits réservés dans ce tronçon de la Romaine sont modulés en fonction de quatre grandes périodes biologiques (voir le tableau 12-8) au cours desquelles s'accomplissent différentes activités du poisson, soit la reproduction (période biologique automnale), l'incubation des œufs (période biologique hivernale), l'éclosion et l'émergence des alevins (période biologique printanière) et, enfin, l'alimentation (période biologique estivale). La présente section, qui vient en appui de cette démarche, fournit les détails relatifs aux aspects suivants :

- la méthode de modélisation des microhabitats (MMH), utilisée pour déterminer les débits réservés durant les périodes d'alimentation (été) et de reproduction (automne) du saumon atlantique ;
- la modélisation hydraulique 1D du niveau d'eau sur les frayères à saumon, utilisée pour déterminer le débit réservé en hiver ;
- la vérification de l'efficacité du débit réservé printanier pour assurer l'accessibilité des frayères du grand brochet dans les tributaires ;
- la détermination des périodes d'application des débits réservés.

Méthode de modélisation des microhabitats

On a utilisé la méthode des microhabitats pour déterminer le débit minimal nécessaire à la protection de l'habitat du poisson durant l'été (période d'alimentation des juvéniles) et l'automne (période de reproduction). Cette méthode offre une capacité de prévision élevée qui permet d'établir, pour une espèce et une fonction biologique données, une relation précise entre le débit et l'habitat disponible, en qualité et en quantité. Elle consiste à modéliser les préférences d'habitat des espèces étudiées, puis à coupler ces modèles biologiques avec un modèle des conditions hydrodynamiques du milieu afin d'obtenir une représentation des habitats disponibles selon le débit. Les principales étapes de cette méthode sont décrites ci-dessous.

Sélection des sites de modélisation

La première étape consiste à choisir les sites sur lesquels l'analyse doit porter. Ces sites doivent être représentatifs de l'ensemble des habitats disponibles dans le tronçon à l'étude pour la fonction biologique considérée.

Pour l'analyse du débit réservé de la période estivale, on a sélectionné quatre sites (A, B, C et D) à partir de la description d'unités homogènes photo-interprétées et des résultats d'un inventaire des juvéniles (en termes de densité). Le tableau M1-2 indique l'emplacement et le découpage des sites de modélisation des microhabitats pour la période estivale (A, B, C et D) et la période automnale (E, F et G).

Tableau M1-2 : Sites retenus pour la modélisation hydrodynamique

Site	PK	Nombre de sections	Nombre de cellules par section	Nombre total de cellules	Type d'habitat
Période biologique estivale (1er juillet au 30 septembre)					
A	16,2 à 22,0	5	18	90	Alimentation
B	33,6 à 34,9	10	19	190	Alimentation
C	44,8 à 47,2	9	16	144	Alimentation
D	48,2 à 51,1	24	18	432	Alimentation
Période biologique automnale (1er au 31 octobre)					
E	34,43 à 34,61	10	85	850	Reproduction
F	46,13 à 46,28	7	126	882	Reproduction
G	48,82 à 48,98	9	58	552	Reproduction

Le site A est représentatif des 30 premiers kilomètres de la Romaine, qui sont caractérisés par des chenaux sablonneux à écoulement fluvial et par des habitats d'alimentation de mauvaise qualité. Les trois autres sites sont dans la partie amont du tronçon, où on trouve des écoulements plus rapides, des profondeurs faibles, des substrats grossiers (gravier, cailloux et galets) et des densités de juvéniles élevées. Les quatre sites ont une longueur totale de 12,89 km et représentent 23 % des superficies d'habitat dans le tronçon de la Romaine accessible au saumon**.**

Les sites E, F et G sont représentatifs de l'habitat de reproduction du saumon. Ils correspondent aux trois principales frayères de l'espèce dans la Romaine d'après les inventaires de nids. Il s'agit en fait de portions de trois des sites retenus pour l'étude des habitats d'alimentation des juvéniles. À la section 12.4, on désigne ces frayères par leur point kilométrique (frayères du PK 34,5, du PK 46,2 et du PK 48,9). La frayère du PK 34,5 est celle où on a vu le plus grand nombre de nids de saumon lors des inventaires sur le terrain.

Modélisation des conditions hydrodynamiques

On a construit un modèle hydrodynamique unidimensionnel (1D) des sites retenus à l'aide du logiciel HEC-RAS, version 3.0, développé par le Hydrologic Engineering Center du U.S. Army Corps of Engineers. La modélisation est basée sur des relevés de terrain qui ont été effectués sur 48 sections transversales de rivière pour les sites d'alimentation des juvéniles et sur 26 sections pour les frayères (voir le tableau M1-2). Le nombre de sections échantillonnées est suffisant pour simuler les conditions hydrauliques, car les sites de modélisation se trouvent dans des portions de la rivière où les écoulements sont lents et relativement uniformes. La modélisation 1D de l'écoulement en régime permanent consiste essentiellement à calculer l'élévation de la surface libre au droit de chaque section. À partir de cette élévation, on déduit des paramètres comme le périmètre mouillé, la largeur au miroir et la vitesse moyenne sur la section.

Un post-traitement a permis d'affiner cette analyse et d'augmenter le degré de précision des vitesses et des profondeurs. Ainsi, chaque section transversale a été divisée en plusieurs sous-sections et, après interpolation entre les sections, en cellules (voir le tableau M1-2). Ayant établi le débit et la géométrie de chaque section, on a pu déduire la distribution des vitesses le long des sections par la méthode de la débitance partielle, puis appliquer ces vitesses aux cellules correspondantes. Dans le cas des frayères, des jaugeages et des profils ont été réalisés à l'aide d'un courantomètre. Ces relevés ont permis de préciser la distribution des vitesses par rapport aux résultats obtenus par la méthode de la débitance partielle. La profondeur de chaque cellule a été déterminée à partir de l'élévation de la surface libre et de la géométrie de la section. Enfin, on a déterminé le substrat de chaque cellule à partir d'une caractérisation visuelle (photo-interprétation, survol en hélicoptère et plongée) rapportée sur des photographies numériques XEOS.

Le modèle obtenu prend en considération la variation latérale de la vitesse le long d'une section transversale et peut être assimilé, jusqu'à un certain point, à un modèle 2D, d'où le nom de modèle « pseudo-2D ». L'emploi d'un modèle 2D n'était pas nécessaire en l'occurrence parce que les sites ont une configuration généralement rectiligne et que les écoulements y sont unidirectionnels.

La modélisation hydrodynamique, c'est-à-dire la détermination de la vitesse et de la profondeur, a été effectuée pour chaque cellule à des débits de 50 à 1 200 m^3/s (au PK 16) par incrémentations successives de 50 m^3/s. Le modèle 1D a été calé et validé à plusieurs débits (voir le tableau M1-3).

Tableau M1-3 : Débits de calage du modèle 1D à l'aval du PK 52 de la Romaine

PK	Débit (m^3/s)	Calage ou validation
0,60-21,85	379	Calage
21,85-51,50	400	Calage
0,60-35,28	198	Validation
33,70-34,75	139	Validation
34,85-51,40	189	Validation
34,85-51,40	332	Validation
44,80-47,05	131	Validation
48,20-49,50	118	Validation
1,88-51,82	1 317	Calage

Modélisation d'habitat

La modélisation d'habitat consiste à décrire l'utilisation de l'habitat par une espèce donnée à un stade donné de son cycle vital au moyen d'équations mathématiques traduites sous forme de courbes graphiques. L'habitat du saumon atlantique est habituellement décrit au moyen de trois variables physiques – la profondeur de la colonne d'eau, la vitesse d'écoulement et le substrat – généralement considérées

comme prépondérantes pour le saumon (voir entre autres les sources suivantes : De Graaf et Bain, 1986 ; Morantz et coll., 1987 ; Greenberg et coll., 1996 ; Gries et Juanes, 1998). La profondeur et la vitesse d'écoulement sont en outre des variables très sensibles à une modification du débit.

Pour chaque variable considérée, la qualité de l'habitat s'exprime par un indice variant de 0 à 1, en fonction de la valeur de cette variable. La représentation graphique de ces indices prend souvent l'allure d'une courbe en forme de cloche, appelée courbe d'acceptabilité ou courbe de préférence.

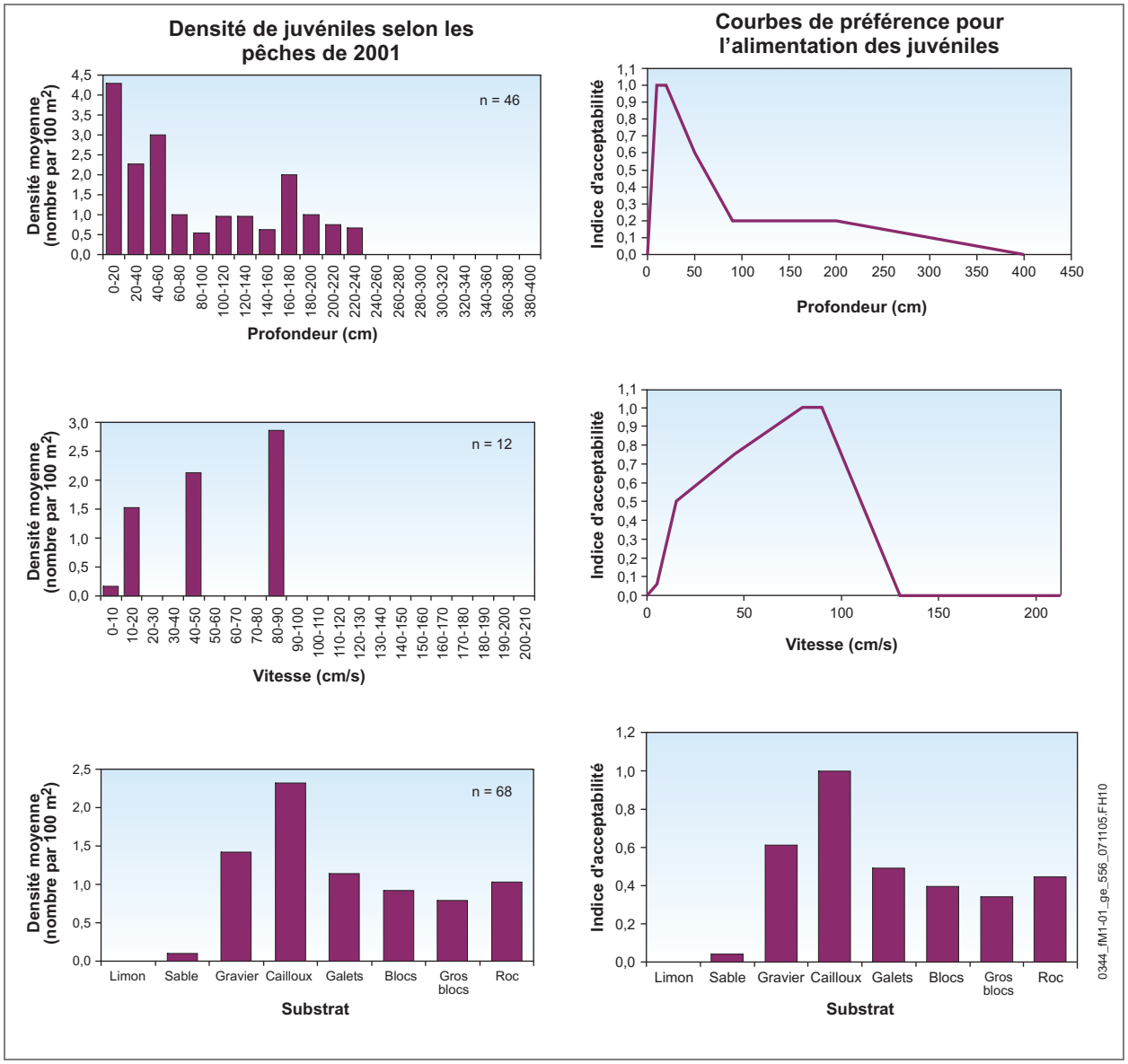
On a construit deux modèles d'habitat, un pour la période d'alimentation des juvéniles, l'autre pour la période de fraie du saumon adulte.

Alimentation des juvéniles

Un inventaire des juvéniles, réalisé en 2001 par divers moyens (seine, pêche à la ligne, pêche électrique, plongée et seine dérivante), a permis d'établir des densités de juvéniles pour différentes classes de profondeurs, de vitesses et de substrats. Les densités ont été établies de la façon suivante : pour chaque classe des trois variables considérées, le nombre de captures de juvéniles a été divisé par la superficie totale échantillonnée. Cette méthode tient compte de la disponibilité des habitats dans la rivière. Les histogrammes de densité obtenus ont servi à tracer les courbes de préférence du saumon juvénile de la Romaine (voir la figure M1-1). On a attribué un indice de 1 à la classe des variables correspondant à la densité maximale de juvéniles, alors que l'indice 0 est associé aux classes pour lesquelles aucune capture n'a été enregistrée. Les indices de qualité des autres classes sont proportionnels à la densité de juvéniles observée. La granulométrie du substrat a été divisée en classes dont les limites sont données au tableau M1-4 ; un indice a été calculé pour chaque classe.

Bien que les gammes de vitesses, de profondeurs et de classes de substrat de l'ensemble des stations de pêche soient suffisamment larges pour couvrir la plupart des conditions physiques présentes dans une grande rivière, les courbes du modèle résultant ne tiennent pas nécessairement compte de la flexibilité de l'espèce. En effet, les conditions physiques dans la Romaine sont relativement peu variées et, pour une profondeur donnée, la gamme des vitesses et des substrats associés est restreinte. Cette combinaison peut influencer la distribution de l'espèce et fausser sa densité dans certains habitats.

Figure M1-1 : Densité de saumons juvéniles dans la Romaine selon la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat, et courbes de préférence pour leur alimentation



Pour corriger ce biais attribuable à l'emploi d'un modèle peut-être trop restrictif, on a utilisé un second modèle élaboré pour les saumons juvéniles de la rivière Moisie (Bourgeois et coll., 1996). Il a été développé à partir de quelques centaines d'observations couvrant une vaste gamme de conditions physiques. Il est réputé représenter assez bien les préférences du saumon dans l'ensemble des rivières de moyenne et grande dimension. De plus, la Moisie présente plusieurs similitudes avec la Romaine : leur bassin versant et leur débit ont le même ordre de grandeur, elles coulent dans la même région géographique et leur végétation riveraine est semblable.

Tableau M1-4 : Classes de substrat

Classe	Diamètre (mm)
Roc	—
Gros blocs	> 500
Blocs	250 à 500
Galets	80 à 250
Cailloux	40 à 80
Gravier	4 à 40
Sable	0,125 à 4
Limon	< 0,125

Source : Boudreault, 1984.

On a combiné les deux modèles (Romaine et Moisie) en traçant des courbes qui englobaient leurs courbes respectives (voir la figure M1-2). Ce modèle combiné est plus représentatif des préférences réelles et de la plasticité des saumons juvéniles que les deux autres modèles pris séparément.

Reproduction des adultes

Les inventaires de nids dans la Romaine ont permis d'établir des fréquences d'occurrence de nids pour différentes classes de profondeurs, de vitesses et de substrats (voir la figure M1-3). Étant donné que très peu de nids ont été observés dans la Romaine en dehors des sites de fraie E, F et G mentionnés plus haut (soit les frayères des PK 34,5, 46,2 et 48,9), on peut considérer ces occurrences comme représentatives de la distribution réelle des nids et s'en servir pour construire directement les trois courbes de préférence du modèle d'habitat.

Comme le modèle d'habitat d'alimentation des juvéniles durant la période estivale, le modèle d'habitat de reproduction est influencé par le fait que les nids ont presque tous été observés à trois endroits seulement, où la gamme des conditions physiques était probablement restreinte par rapport à l'adaptabilité de l'espèce. Cette remarque est d'autant plus pertinente que la plupart des nids ont été observés sur la frayère du PK 34,5, qui présente des conditions atypiques pour une frayère à saumon. En effet, les profondeurs notées sur cette aire de fraie varient entre 1,5 et 4 m. Or, tous les autres modèles connus pour la fraie du saumon indiquent que le saumon privilégie des profondeurs inférieures à 1,5 m pour la ponte. La particularité de la frayère du PK 34,5 tient au fait qu'elle est située non loin des chutes à Charlie (PK 35), qui constituent un obstacle majeur pour la montaison des saumons. Une grande partie de la population des saumons adultes passe un certain temps au pied de ces chutes avant de retraiter vers l'aval pour chercher un substrat de fraie acceptable. La frayère du PK 34,5 est le premier milieu favorable rencontré par ces saumons. Même si la profondeur n'est pas caractéristique d'une frayère typique, le saumon s'en accommode parce que le substrat et la vitesse d'écoulement y sont favorables. La profondeur devient alors un critère secondaire.

Figure M1-2 : Modèles d'habitat pour l'alimentation des saumons juvéniles

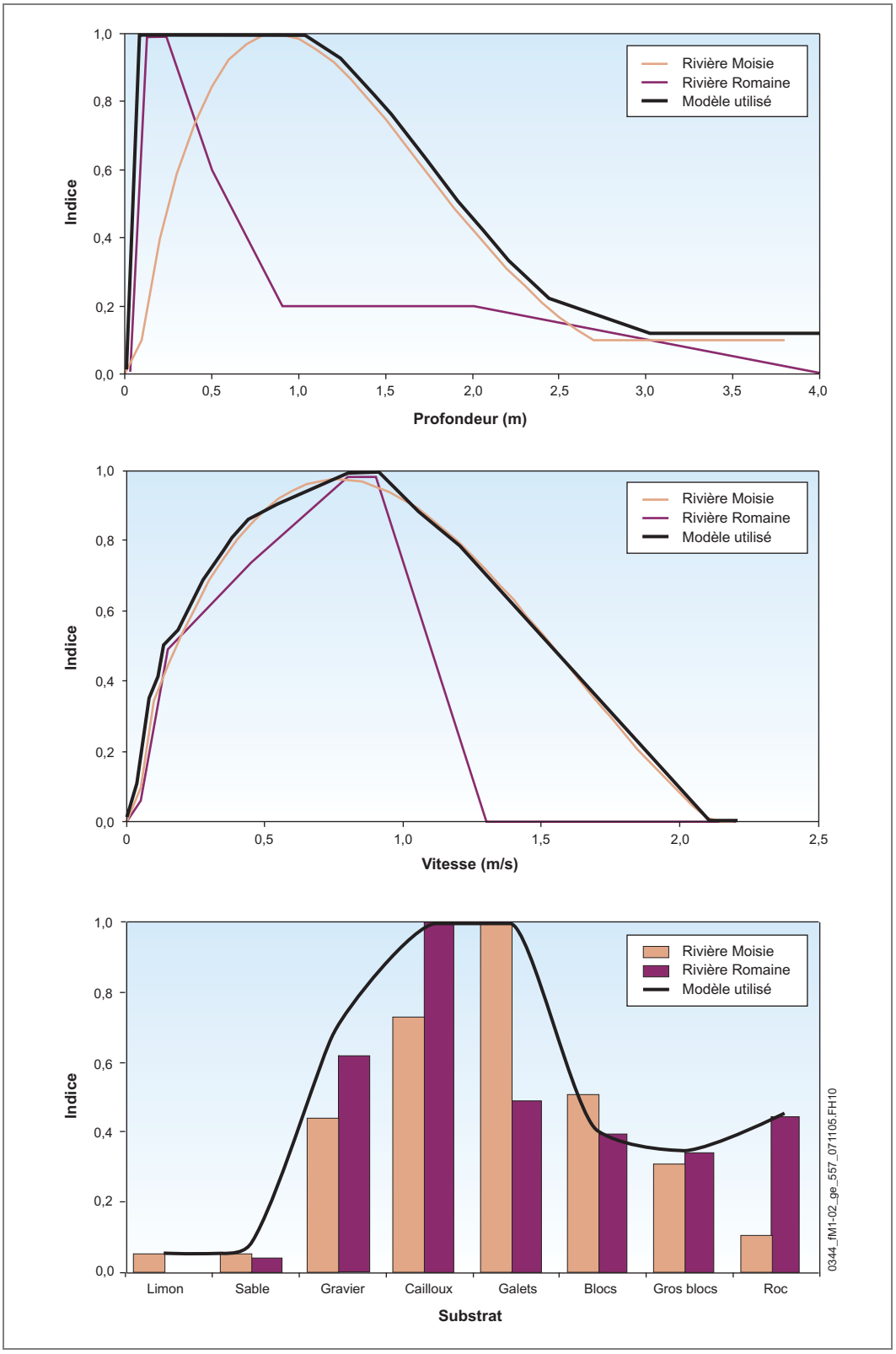
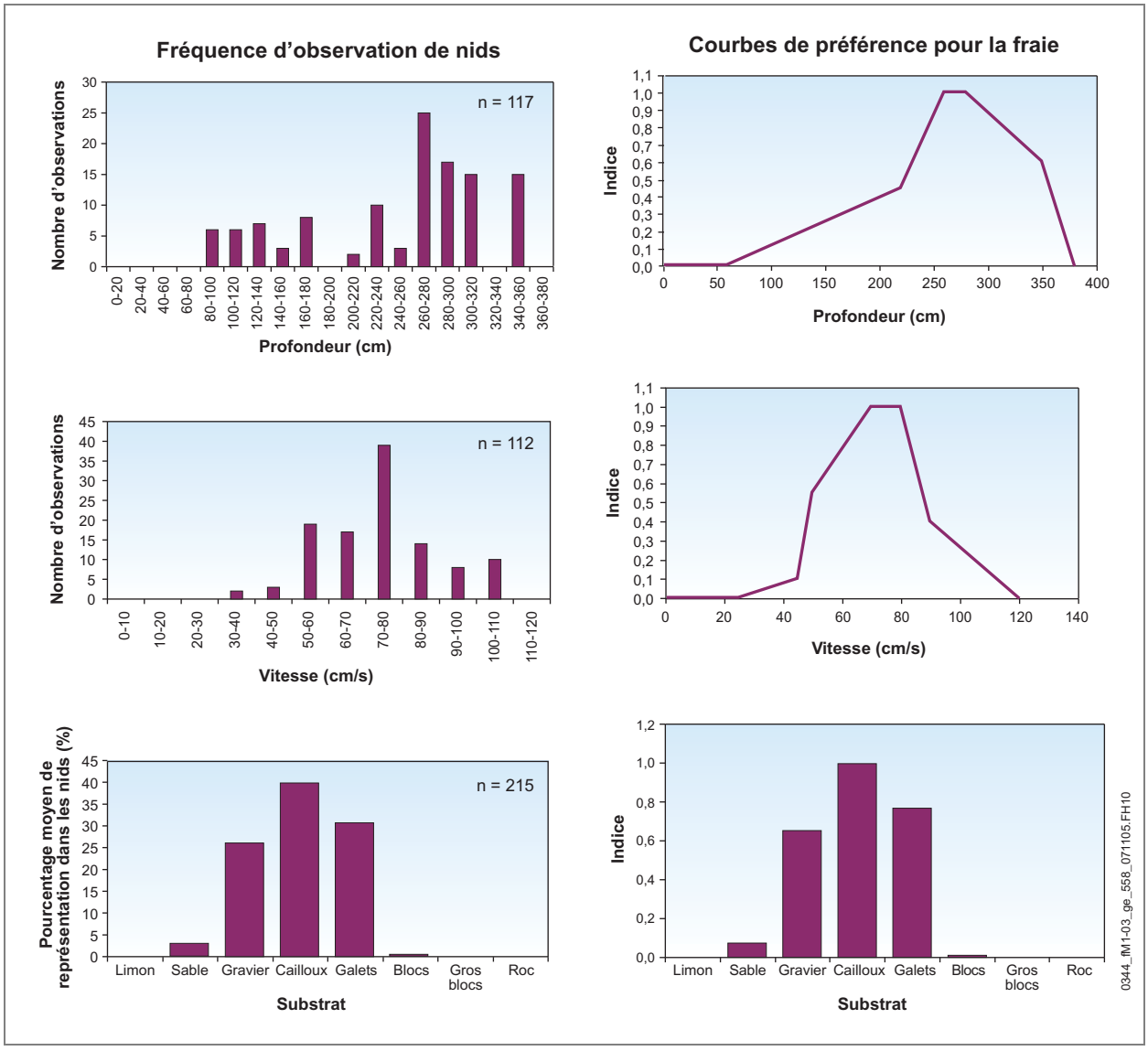


Figure M1-3 : Occurrence de nids de saumon dans la Romaine selon la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat, et courbes de préférence pour la fraie



Pour contourner le problème des profondeurs supérieures à 2 m dans le modèle d'habitat associé à la Romaine, on aurait pu attribuer une valeur d'exposant très faible à l'indice de la profondeur dans le calcul des aires pondérées utiles (APU), de façon à tenir compte du fait que la profondeur est peu déterminante dans la sélection d'un site de fraie. Comme il est difficile de déterminer objectivement la valeur de cet exposant, on a préféré utiliser l'information additionnelle contenue dans le modèle d'habitat de reproduction de la rivière Moisie (Hydro-Québec, 1991).

Comme on l'a fait pour l'habitat d'alimentation des saumons juvéniles, on a combiné les modèles de la Romaine et de la Moisie afin de créer un nouveau modèle plus représentatif des préférences des saumons adultes en matière d'habitat de fraie. Les courbes de ce modèle englobent celles des deux modèles de départ (voir la figure M1-4).

Simulations d'habitat et interprétation des résultats

Selon l'approche retenue, la qualité de l'habitat en un point donné s'exprime au moyen d'un indice global de qualité de l'habitat (I_g ou IQH), qui résulte de la moyenne géométrique des indices associés aux trois variables déterminant l'habitat du poisson (I_v, I_p et I_s) et tirés des modèles d'habitat :

$$I_g = \sqrt[3]{I_v \cdot I_p \cdot I_s}$$

Équation M1-1

où :

I_v est l'indice de la vitesse d'écoulement ;

I_p est l'indice de la profondeur ;

I_s est l'indice du substrat.

L'indice associé au substrat (I_s) est calculé de manière à tenir compte de la proportion relative de chaque classe de substrat :

$$I_s = \sum (I_i \cdot D_i)$$

Équation M1-2

où :

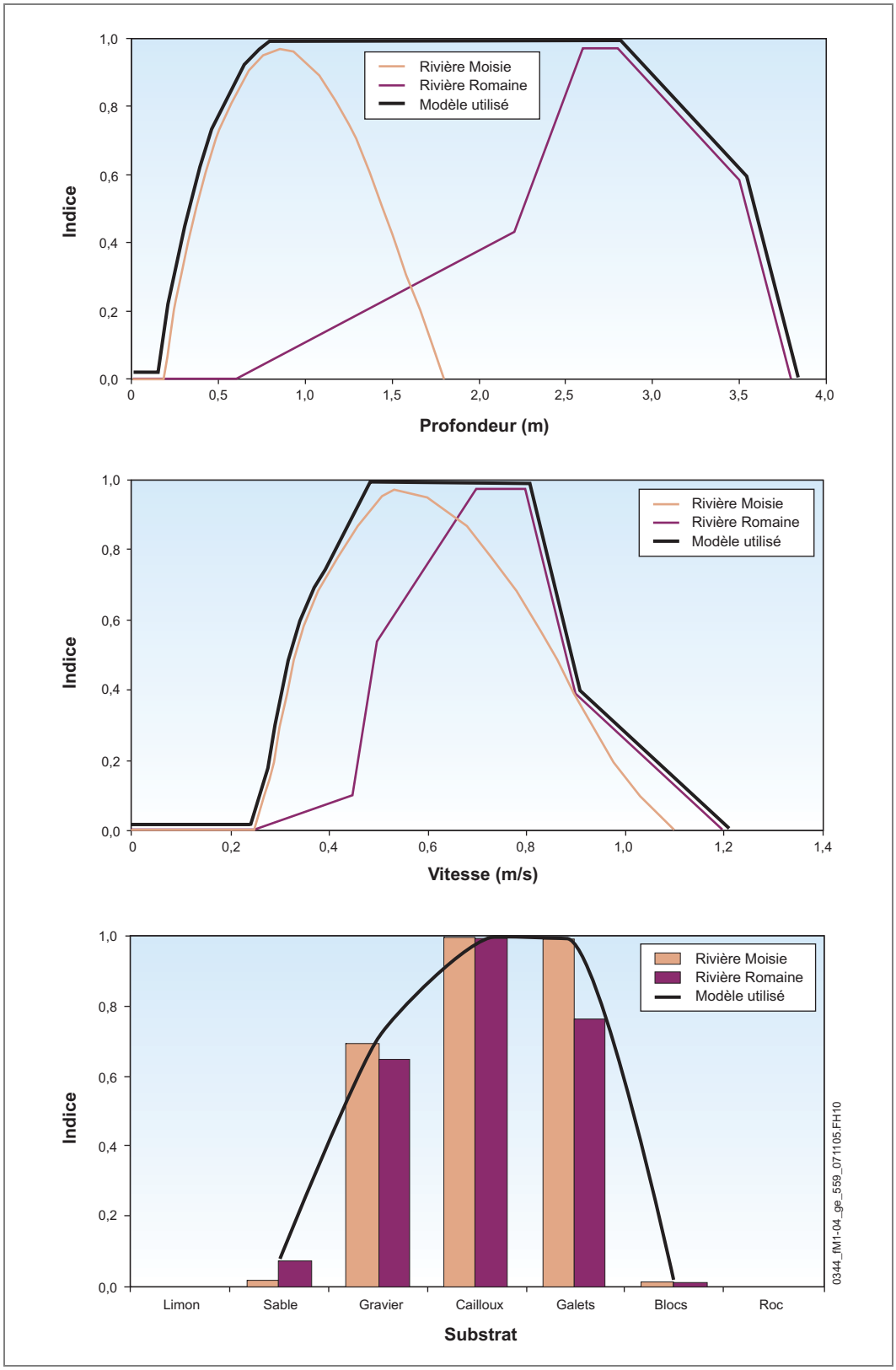
I_i est l'indice associé à la classe *i* ;

D_i est le pourcentage de recouvrement associé à la classe *i*.

L'étape suivante consiste à intégrer la modélisation hydrodynamique des écoulements et la modélisation biologique. Le produit de cette intégration permet d'évaluer la quantité d'habitats à différents débits pour chaque site et pour chaque fonction biologique modélisés. Cette quantité d'habitats s'exprime en aire pondérée utile (APU).

On calcule l'APU de chaque cellule ayant fait l'objet de la simulation hydrodynamique en multipliant la superficie de celle-ci par l'indice global de qualité de l'habitat (I_g ou IQH) qui lui est associé. La quantité totale d'APU sur un site à un débit donné résulte de la sommation des APU :

Figure M1-4 : Modèles d'habitat pour la fraie du saumon



$$APU = \sum_{e=1}^{n} APU_e$$

Équation M1-3

où :

$$APU_e = A_e \cdot I_{ge}$$

Équation M1-4

et où :

e est une cellule ;

A_e est la superficie de la cellule e ;

I_{ge} est l'indice global de la cellule e.

Pour chaque site, on a calculé les APU correspondant à plusieurs débits compris dans la gamme considérée, soit tous les 50 m^3/s entre 50 et 1 200 m^3/s. Les valeurs résultantes ont servi à tracer la courbe mettant en relation l'APU totale et le débit.

Plusieurs méthodes permettent d'interpréter les courbes d'APU. La plus utilisée consiste à déterminer le débit minimal qui permettrait de conserver la même quantité d'habitats qu'en conditions de débit médian. Cette méthode n'a cependant pas été retenue ici parce que le point culminant de la courbe d'APU correspond à des débits supérieurs au débit médian. La méthode retenue pour l'interprétation des courbes s'inspire de celle d'Annear et Conder (1984) et fait appel à la notion statistique de la plus petite différence significative (PPDS) de Fisher[1]. Elle permet d'établir la gamme des débits optimaux, c'est-à-dire la gamme des débits pour lesquels les valeurs d'APU sont les plus élevées. Le débit réservé écologique est défini comme le débit minimal de cette gamme. Cette approche statistique tient compte de l'incertitude liée à la variabilité des APU entre les sites.

La méthode PPDS comporte les cinq étapes suivantes (voir la figure M1-5) :

1. Traçage des courbes établissant la relation entre l'APU et le débit à chacun des sites.
2. Établissement de courbes normées d'APU. Pour chaque courbe, les valeurs d'APU sont exprimées en pourcentage de la valeur maximum d'APU.
3. Calcul d'une courbe normée moyenne des APU à partir des courbes normées d'APU.
4. Analyse de variance à un critère de classification appliquée aux différentes valeurs d'APU (une valeur par site modélisé) à un débit donné comme échantillon. L'analyse est menée à partir de 24 échantillons de débits (50, 100, 150 … 1 200 m^3/s) regroupant chacun quatre valeurs d'APU (4 sites) après vérification de l'égalité des variances et de la normalité des distributions. La valeur de la PPDS est calculée *a posteriori* au moyen de la formule :

[1] Cette méthode est aussi connue sous son nom anglais : *least significant difference* (LSD).

$$LSD = t_v \sqrt{\sum \frac{Vr}{n_i}}$$

Équation M1-5

où :

t_v est le *t* de Student pour un degré de liberté *v* ;
Vr est la variance résiduelle ;
n_i est l'effectif de l'échantillon *i*.

5. Application de la valeur de la PPDS[1] à la valeur maximale de la courbe normée moyenne (étape 3) afin de déterminer la gamme des débits optimaux en deçà de laquelle il y a une baisse significative d'APU par rapport à la valeur maximale d'APU. Le plus petit débit de cette gamme correspond au débit réservé proposé. Il s'agit en fait du plus petit débit pour lequel la quantité d'habitats est statistiquement équivalente à la valeur d'habitat maximale.

Dans ce contexte, la valeur de la PPDS constitue une mesure de la dissimilarité des courbes APU-débit d'un site à l'autre. Il est à noter que la valeur $\alpha = 0,1$ a été retenue pour les analyses statistiques afin de diminuer la valeur de la PPDS et ainsi favoriser des débits réservés plus élevés, selon les principes d'une approche prudente.

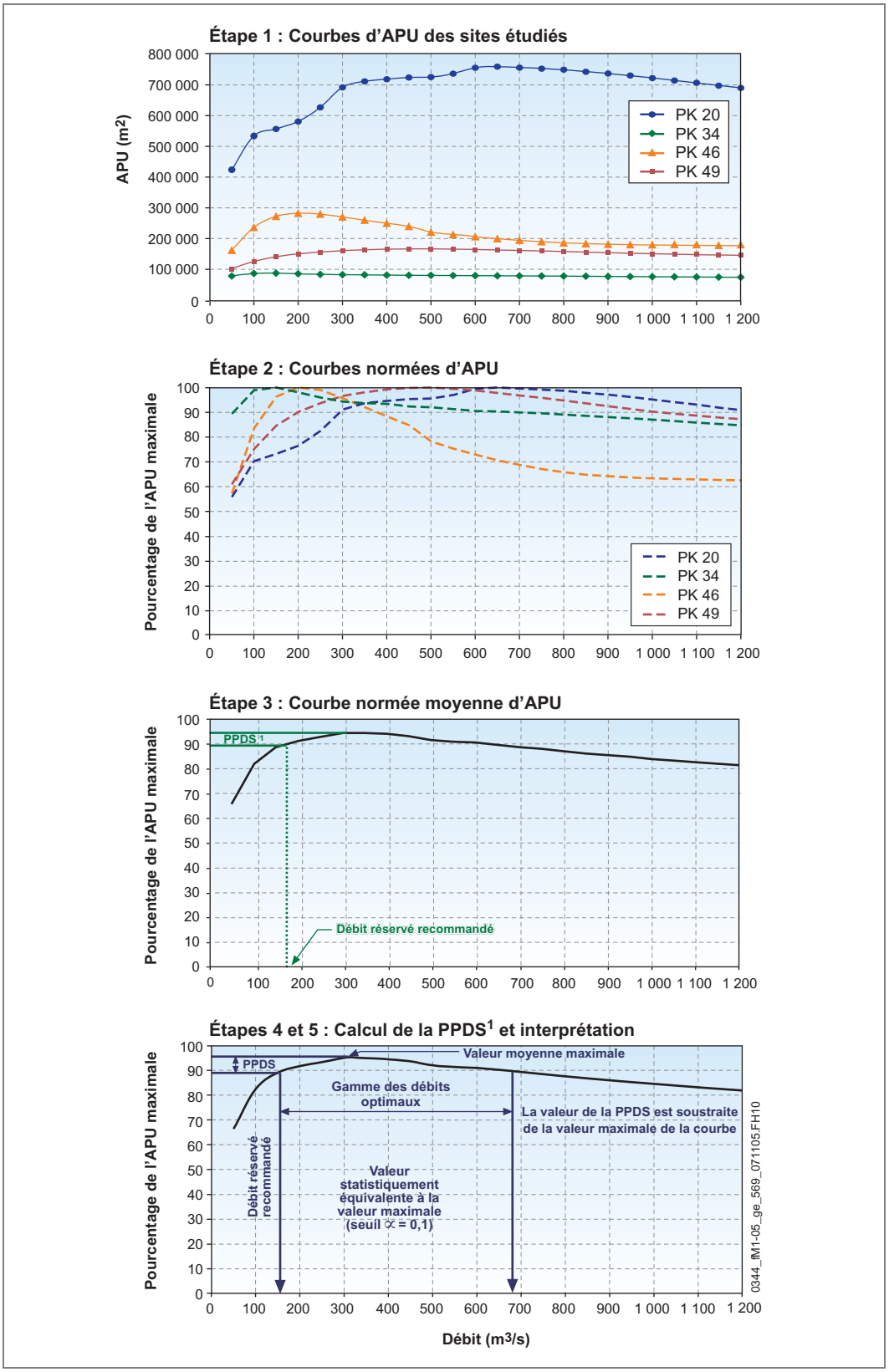
Modélisation hydraulique (1D) du niveau d'eau sur les frayères pour déterminer le débit réservé d'hiver

L'objectif principal du débit réservé en hiver est de protéger les œufs de saumon en incubation dans les frayères. Il vise également à offrir des conditions de survie adéquates aux juvéniles.

Le risque encouru par les œufs de saumon en incubation, tant en conditions actuelles qu'en conditions futures, est d'être soumis à l'exondation, à l'assèchement et au gel à la suite d'une réduction de débit et de niveau d'eau. En conditions actuelles, la présence d'une couverture de glace atténue grandement la baisse du niveau d'eau qui survient en rivière avec la récession hivernale du débit, laquelle atteint habituellement son maximum à la fin de mars ou au début d'avril. Parfois, l'effet de la couverture de glace est tel qu'il peut même rehausser le niveau d'eau par rapport aux périodes où la glace est absente.

[1] La valeur de la PPDS représente la plus petite différence au-delà de laquelle deux échantillons (c'est-à-dire deux débits) peuvent être considérés comme significativement différents au seuil α choisi.

Figure M1-5 : Description de la méthode PPDS

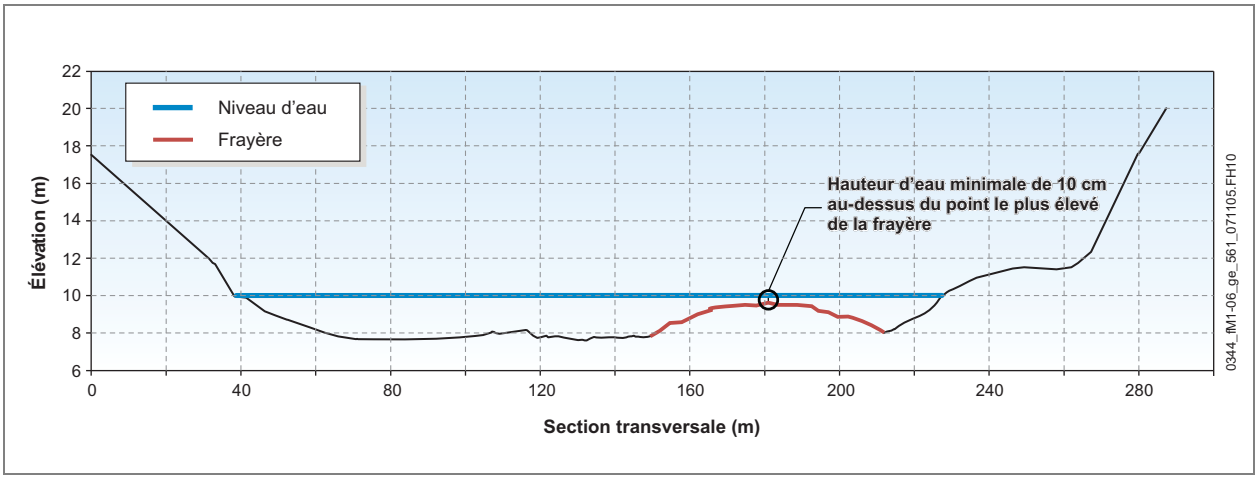


Toutefois, en conditions futures, le régime des glaces sera légèrement modifié dans les premiers kilomètres en aval du PK 52 de la Romaine (Groupe-conseil LaSalle, 2007). L'eau restituée par la centrale de la Romaine-1 sera légèrement plus chaude en hiver, ce qui aura des incidences sur la formation de glace. Alors qu'il y a, en général, une couverture de glace complète entre les PK 45 et 52 en conditions actuelles, quelques aires d'eau libre subsisteront au centre de ce tronçon de rivière en conditions futures.

Pour déterminer le débit réservé en hiver, on s'est basé sur l'hypothèse prudente qu'il y aurait absence complète de glace dans les cinq premiers kilomètres en aval de la centrale de la Romaine-1 et que les frayères des PK 46,2 et 48,9 seraient ainsi exposées à l'exondation et au gel. Le débit réservé hivernal a donc été établi pour éliminer complètement ce risque.

La détermination du débit réservé hivernal s'appuie sur la modélisation hydrodynamique des trois principales frayères de la Romaine (voir le tableau M1-2). L'analyse consiste à établir, à l'aide du logiciel HEC-RAS, le débit nécessaire pour recouvrir de 10 cm d'eau le point le plus élevé de chacune des 28 sections traversant les trois frayères modélisées. Ces sections, illustrées sur les cartes M1-1 à M1-3, sont équidistantes de 20 m et tirées du modèle numérique de terrain associé à chaque frayère. Le débit le plus élevé obtenu parmi les 28 sections transversales est retenu comme le débit minimal à maintenir en hiver. Cette analyse est schématisée à la figure M1-6.

Figure M1-6 : Schématisation de l'analyse 1D pour la détermination du débit réservé d'hiver



Le tableau M1-5 regroupe les résultats obtenus à chacune des sections transversales. Il en ressort que la section la plus critique, c'est-à-dire celle qui exige le débit le plus élevé, est située au PK 48,88 (sur la frayère située le plus en amont). Le débit nécessaire au recouvrement de cette section est de 140 m^3/s ; il s'agit dès lors du débit réservé à prévoir durant la période hivernale.

Le tableau M1-5 fait également ressortir que la frayère du PK 34,5 est la moins critique, car un débit aussi faible que 50 m^3/s suffirait pour la maintenir en eau. Cela s'explique par le fait que cette frayère est située en zone profonde (de 2 à 4 m) comparativement aux deux autres frayères, ce qui la rend moins sensible à une réduction de débit.

Tableau M1-5 : Résultats de l'analyse 1D des trois frayères à saumon modélisées

Section transversale (PK)	Niveau maximal (m)	Débit pour un recouvrement de 10 cm (m^3/s)
Frayère du PK 34,5		
34,45	8,48	< 50
34,47	7,84	< 50
34,49	8,40	< 50
34,51	7,87	< 50
34,53	7,92	< 50
34,55	8,21	< 50
34,57	7,36	< 50
Frayère du PK 46,2		
46,15	17,17	77
46,17	17,59	136
46,19	17,40	110
46,21	17,15	74
46,23	16,25	< 50
46,25	16,22	< 50
Frayère du PK 48,9		
48,84	17,90	132
48,86	17,94	137
48,88	17,96	140
48,90	17,93	136
48,92	17,82	122
48,94	17,33	62
48,96	17,95	139
48,98	17,41	71

Vérification de l'efficacité du débit réservé du printemps pour assurer l'accessibilité des frayères dans les tributaires

Le débit réservé printanier vise, d'une part, à assurer le bon déroulement de l'émergence des alevins de saumon et, d'autre part, à maintenir submergées et accessibles les frayères des espèces qui fraient au printemps, comme le grand brochet. Ce débit a été établi sur la base d'une argumentation biologique et non sur une technique ou une méthode en particulier (voir la section 12.4.2.4). Il en ressort que le débit réservé du printemps est de 200 m^3/s, soit l'équivalent du débit réservé d'automne.

Pour vérifier si ce débit réservé est suffisant pour assurer laccès aux frayères du grand brochet, on a fait une analyse de la superficie mouillée du cours inférieur de trois tributaires qui rejoignent la Romaine aux PK 6,8, 37 et 39,2. On y trouve des herbiers riverains et aquatiques abondants, dont l'utilisation par le grand brochet à des fins de reproduction a été confirmée lors des inventaires de 2004.

L'analyse s'est appuyée sur trois sources de données, soit le relevé laser de l'ensemble de la Romaine, la modélisation hydrodynamique 1D de ce cours d'eau et des lignes d'eau relevées pendant l'été 2005 au moyen d'un DGPS de haute précision.

Le relevé laser donne une couverture topographique très dense permettant d'obtenir le relief des plaines d'inondation des tributaires. Ce relevé a été effectué en période d'étiage à un débit inférieur à 200 m^3/s. La modélisation hydrodynamique 1D, quant à elle, permet d'obtenir les niveaux d'eau associés à différents débits (de 100 à 1 400 m^3/s) de la Romaine aux sections transversales situées au droit des tributaires étudiés.

Enfin, on a relevé des lignes d'eau sur les trois tributaires étudiés afin d'évaluer la pente d'écoulement et l'étendue du débordement en crue dans les tributaires. Ces relevés ont été effectués les 2 et 3 juin 2005 alors que le débit de la Romaine a varié entre 688 à 750 m^3/s à la station hydrométrique 073801. Les niveaux d'eau ont été mesurés au moyen d'un appareil de haute précision (± 1 cm) de marque Thales Z-Max, muni d'une antenne UHF Vortex, avec le mode d'acquisition de données RTK (*Real Time Kinematic*).

On a traité l'information acquise de façon à obtenir, pour chaque tributaire, la superficie mouillée à différents débits pour les aires de fraie confirmées (présence d'oeufs) et potentielles (ensemble de la plaine d'inondation). Les superficies ont été calculées au moyen d'un système d'information géographique (SIG). Une partie du contour de la frayère du PK 39,2, au débit de 1 300 m^3/s, a dû être estimée par interprétation des images aériennes à haute résolution XEOS, en raison d'une couverture incomplète au laser.

Les relevés indiquent d'abord que la pente hydraulique de la portion inférieure des trois tributaires est très faible. Aux tributaires des PK 6,8 et 39,2, la ligne d'eau est quasi horizontale sur la totalité de la superficie inondée. Le niveau d'eau présente un écart de seulement 10 cm entre l'amont et l'aval. Au tributaire du PK 39,2, l'écart est un peu plus grand, soit 30 cm.

Détermination des périodes d'application des débits réservés

Les périodes biologiques estivale et automnale (voir le tableau M1-2) seront légèrement décalées dans le temps en raison de la modification du régime thermique de la Romaine en conditions futures. Comparativement aux conditions actuelles, les

eaux tarderont à se réchauffer au printemps et seront légèrement plus froides en été. Par contre, elles se refroidiront plus lentement à l'automne et demeureront légèrement plus chaudes durant l'hiver.

On a évalué l'impact de ces changements thermiques sur les dates de reproduction du saumon et sur la longueur de la période d'incubation des œufs à l'aide de modèles mathématiques connus. Ces modèles sont détaillés dans la méthode 11 dans le volume 9.

M1.3 Références

Annear, T.C., et A.L. Conder. 1984. *Evaluation of instream flow needs for use in Wyoming.* Document nº YA-512-CT9-226. Cheyenne, Wyoming Game and Fish Department. 247 p.

Belzile, L., P. Bérubé, V. Hoang et M. Leclerc. 1997. *Méthode écohydrologique de détermination des débits réservés pour la protection des habitats du poisson dans les rivières du Québec.* Préparé pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec et Pêches et Océans Canada. Québec, INRS-Eau et GENIVAR Groupe Conseil. 83 p. et ann.

Bietz, B., J. Martin, K. Schiefer et P. Campbell. 1985. *Instream flow needs for fish below hydropower facilities in Canada : A management guide to assessment methods.* Rapport nº 148G398. Montréal, Association canadienne de l'électricité. 90 p.

Boudreault, A. 1984. *Méthodologie utilisée pour la photo-interprétation des rivières à saumon de la Côte-Nord.* Préparé pour le ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Lorretteville, Gilles Shooner et Associés. 26 p.

Bourgeois, G., P. Boudreau, A. Boudreault et M. Leclerc. 1996. *Validation de la modélisation de l'habitat salmonicole au site Taoti sur la rivière Moisie*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil et INRS-Eau. 49 p. et ann.

Cochnauer, T. 1976. « Instream flow techniques for large rivers ». *In* J.F. Osborn et C.H. Allman (dir.). *Proceedings symposium and special conference on instream flow needs. Du 3 au 6 mai. Boise (Idaho).* Vol. II. Bethesda (MD), American Fisheries Society, p. 387-399.

De Graaf, D.A., et L.H. Bain. 1986. « Habitat use by and preference of juvenile Atlantic salmon in two Newfoundland rivers ». *Transactions of the American Fisheries Society*, nº 115, p. 671 681.

Greenberg, L., P. Svendsen et A. Harby. 1996. « Availability of microhabitats and their use by brown trout *(Salmo trutta)* and gayling *(Thymallus thymallus)* in the River Vojman, Sweden. » *Regulated Rivers Research and Management*, nº 12, p. 287-303.

Gries, G., et F. Juanes. 1998. « Microhabitat use by juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Sheltering during the day in summer ». *Canadian Journal of Zoology*, nº 76, p. 1441-1449.

Groupe-conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement*. Rapport nº R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-conseil LaSalle. 27 p. et ann.

Hydro-Québec. 1991. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Rapport d'avant-projet.* Vol. 4, partie 7 : *Impacts sur le saumon de la Moisie et sur son exploitation, mesures d'atténuation et suivi*. Montréal, Hydro-Québec. 150 p. et ann.

Morantz, D.L., R.K. Sweeney, C.S. Shirvell et D.A. Longard. 1987. « Selection of microhabitat in summer by juvenile Atlantic salmon *(Salmo salar)* ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, nº 44, p. 120-129.

Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). 1999. *Politique des débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats*. Québec, FAPAQ. 23 p.

M2 Accès

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M2.1 Objectifs

L'analyse environnementale de l'accès permanent aux ouvrages est séparée en deux phases :

- La phase 1 a pour objectif l'analyse et la comparaison de variantes d'accès. Cette étude mène au choix du tracé le plus propice à l'implantation de la route du complexe de la Romaine, d'un point de vue tant environnemental que technoéconomique.
- La phase 2 vise à optimiser, à un niveau de détail plus précis, le tracé retenu et à en réduire les impacts au minimum.

Les résultats de cette analyse sont présentés dans l'étude sectorielle suivante :

- Roche ltée, Groupe-conseil. 2006. *Complexe de la Romaine. Accès routiers aux ouvrages.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Roche ltée, Groupe-conseil. 159 p. et ann.

M2.2 Méthodes

M2.2.1 Données techniques

Les données techniques relatives aux accès routiers aux ouvrages hydroélectriques proviennent pour la plupart d'une étude interne d'Hydro-Québec sur le sujet. Des données obtenues lors de relevés laser aéroportés effectués durant l'été 2004, le repérage des dépôts de surface par photographie aérienne (Poly-Géo, 2004*b*), les visites sur le terrain ainsi que les intrants fournis par les équipes chargées des études environnementales ont permis d'améliorer localement le tracé et de produire des variantes dans certaines portions de route.

Les plans et devis de l'accès à la centrale de la Romaine-1 ont été préparés en 2002 par le consortium Maloney, Desmeules et Associés – Groupe-conseil TDA. Certaines modifications y ont été apportées en 2005. Les tracés et les coûts estimés de l'accès aux ouvrages de la Romaine-1 ont été établis par le consortium.

M2.2.1.1 Description de l'accès permanent

Les critères de conception retenus pour l'accès permanent aux ouvrages de la Romaine sont basés sur les normes recommandées par le ministère des Transports du Québec. Les critères adoptés constituent un compromis entre les valeurs recommandées pour les routes de type E (pour les dix années de construction comportant du transport forestier) et les routes de type F (pour la période d'exploitation, y compris les usages à des fins de villégiature). La largeur des voies est ainsi portée à 6,6 m (type E) dans les tronçons en pente forte (plus de 10 %) ainsi que dans le tronçon situé entre la route 138 et l'aménagement de la Romaine-2.

Les rayons de courbe, les pentes et les distances de visibilité sont établis en fonction d'une vitesse de conception de 70 km/h, sauf dans les terrains rocheux abrupts, où les pentes peuvent être accentuées jusqu'à 15 % avec une vitesse limitée à 50 km/h.

Les principaux éléments techniques à retenir sont les suivants :

- largeur des voies de roulement : 6,0 m (6,6 m avec revêtement) ;
- largeur des accotements : 1,0 m ;
- arrondis : 0,3 m ;
- largeur totale de la plateforme : 8,6 m (9,2 m avec revêtement) ;
- élargissement pour glissière : 1,3 m ;
- revêtement des pentes fortes : 6,6 m ;
- emprise nominale : 30,0 m.

Il n'est pas prévu d'asphalter la route. Cependant, on prévoit poser un enrobé bitumineux sur les tronçons en pente forte (plus de 10 %), pour lesquels un revêtement en matériaux granulaires exigerait des interventions d'entretien très fréquentes et coûteuses.

On prévoit aussi la construction de nombreux ponceaux et de ponts permanents ou temporaires. Les ouvrages de drainage sont conçus selon les prescriptions du *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* (RNI).

M2.2.1.2 Critères de localisation techniques

Les tracés considérés dans le cadre de la présente étude ont été établis en fonction des critères de localisation techniques suivants :

- nature du sol ;
- relief ;
- traversée de cours d'eau ;
- disponibilité de matériaux d'emprunt.

Les dépôts de sable et de sable et gravier sont particulièrement propices à l'implantation d'une route. Lorsqu'ils s'allongent sur plusieurs kilomètres, ils peuvent servir d'assise à l'ouvrage. Ces dépôts représentent également les principales sources de matériaux de construction, et leur espacement détermine la distance de transport des matériaux d'emprunt. La proximité des sources potentielles de matériaux granulaires présente donc un avantage économique important ; elle constitue ainsi un élément attractif pour le choix du tracé d'une route, d'autant plus que ces sources sont peu nombreuses dans la zone d'étude.

Certaines portions des dépôts de sable et gravier sont proposées comme zones potentielles d'emprunt. Elles ont été repérées par photo-interprétation, puis validées sur le terrain (Poly-Géo, 2004*b*). Ces zones d'emprunt potentielles répondent aux critères suivants : elles contiennent des volumes élevés de matériaux, sont bien drainées, sont suffisamment éloignées des cours d'eau et ne posent pas de problème d'accès majeur.

M2.2.1.3 Critères de localisation environnementaux

On a retenu les critères environnementaux suivants pour le choix du tracé :

- éloignement à plus de 60 m des lacs et des cours d'eau ;
- traversée des rivières et des ruisseaux importants à angle droit, dans les sections les moins larges ;
- évitement des milieux humides.

M2.2.2 Inventaire

M2.2.2.1 Zone d'étude

On a circonscrit la zone d'étude de l'accès permanent de façon à englober les points de jonction avec la route 138 et l'emplacement des quatre centrales projetées. Dans le cas du milieu naturel, la zone d'étude est semblable à celle de l'étude d'impact du complexe hydroélectrique, soit un corridor de 5 à 20 km de largeur de part et d'autre de la rivière Romaine. Elle s'étend approximativement entre 50° et 52° de latitude nord et 63° et 64° de longitude ouest.

Pour le milieu humain, on a inclus certains éléments situés en périphérie de cette zone d'étude de même qu'à l'intérieur des limites municipales de Havre-Saint-Pierre afin de bien situer le projet routier dans son contexte d'insertion et de l'analyser sous l'angle des enjeux régionaux.

M2.2.2.2 Sources des données

Milieu naturel

Pour la géomorphologie, la photo-interprétation a été réalisée à partir des photographies aériennes noir et blanc datant de 1999, 2001 et 2003, dont l'échelle varie de 1 : 15 000 à 1 : 20 000. La validation sur le terrain a eu lieu en 2004 (Poly-Géo, 2004*a* et 2004*b*).

Les sources d'information utilisées pour le milieu biologique proviennent des études effectuées par Hydro-Québec dans les années 1980 en rapport avec l'aménagement du bassin versant de la Romaine. Ces études ont été mises à jour en 2004. Les données sur la végétation sont tirées de Bouchard et Deshaye (2005), alors que les données sur la faune proviennent de GENIVAR Groupe Conseil (2005) pour la faune aquatique, de Fortin et Ouellet (2005) pour les amphibiens et reptiles, de Tecsult (2005*a* et 2005*b*) pour les mammifères et, enfin, de Benoît (2005), de Benoît et coll. (2005) et de Morneau et coll. (2005) pour les oiseaux.

Milieu humain

La description des éléments du milieu humain constitue une synthèse de l'étude du milieu humain réalisée dans le cadre du projet du complexe de la Romaine (Hydro-Québec Équipement, 2005). Cette étude s'appuie sur les documents de planification existants, sur des rencontres avec les intervenants municipaux, régionaux et gouvernementaux, sur des enquêtes menées auprès de groupes d'utilisateurs ainsi que sur des inventaires de terrain portant sur certaines infrastructures.

Les éléments d'information qui concernent l'archéologie proviennent de l'étude des corridors routiers préparée dans le cadre de la dérivation partielle de la rivière Romaine (Alliance environnement, 2000).

Paysage

La méthode utilisée pour l'inventaire du paysage s'inspire de la *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition* (Hydro-Québec, 1992), adaptée pour le présent projet routier. L'inventaire a été réalisé à partir de cartes topographiques et des données recueillies dans le cadre des études sur les milieux naturel et humain. Une visite de reconnaissance héliportée de la zone d'étude a permis de corroborer les différentes informations nécessaires à l'étude du paysage.

M2.2.3 Résistances

Les éléments des milieux naturel et humain de la zone d'étude ont été classés selon leur résistance, en s'inspirant de la *Méthode d'évaluation environnementale, lignes et postes* (Hydro-Québec, 1990), adaptée pour le projet routier, et d'autres études environnementales réalisées pour des projets similaires.

On distingue deux types de résistances :

- la résistance environnementale, qui exprime la difficulté de réaliser le projet en fonction de l'impact appréhendé sur les éléments du milieu et de la valeur de ces éléments ;

- la résistance technoéconomique, qui correspond aux difficultés que certains éléments du milieu peuvent poser à l'implantation ou à l'exploitation de l'infrastructure routière projetée.

La résistance du paysage est également analysée. Elle exprime les capacités d'absorption et d'insertion du paysage au regard de l'implantation de l'accès projeté.

Le tableau M2-1 présente le résultat de l'analyse des résistances, en tenant compte du niveau d'impact appréhendé et de la valeur accordée à chaque élément du milieu.

M2.2.4 Optimisation

Afin de choisir le meilleur tracé sur les plans environnemental et technoéconomique, Hydro-Québec a effectué une optimisation de la variante ouest retenue. Elle s'est appuyée pour ce faire sur certaines données plus précises qu'à l'étape du choix de la variante de tracé, notamment en ce qui concerne les dépôts meubles, l'hydrographie, la topographie (relevés laser) et les milieux humides.

Dans un premier temps, on a examiné tous les tronçons de tracé qui traversaient des contraintes ou des résistances très fortes ou fortes, afin d'évaluer la possibilité de les éviter. L'exercice a porté ensuite sur la recherche de dépôts ou d'un relief plus favorables, de façon à réduire au minimum les coûts du projet.

Dans certains cas, il n'était pas possible ou souhaitable de s'éloigner à plus de 60 m des cours d'eau ou des lacs, comme le prévoit le *Règlement sur les normes d'intervention en milieu forestier.*

Des variantes d'optimisation[1] ont été élaborées pour 27 segments, soit 26 sur l'accès permanent et le dernier sur le chemin d'accès à la digue A de l'aménagement de la Romaine-2. Dans chacun des segments, on a analysé les résistances environnementales et technoéconomiques, et on a pu tenir compte de certaines autres considérations, le cas échéant. Une variante préférable a été dégagée à partir de l'ensemble des critères. Le tableau M2-2 montre un exemple de comparaison de variantes d'optimisation. Les données avantageant l'une ou l'autre variante sont ombrées dans le tableau.

[1] Les variantes d'optimisation sont des sous-variantes de la variante ouest, qui est le tracé retenu à la phase 1 de l'étude.

Tableau M2-1 : Accès permanent – Résistance des éléments du milieu

	Impact appréhendé	Valeur	Résistance environnementale				Résistance technoéconomique			
			C[a]	TF	F	M	C	TF	F	M
MILIEU HUMAIN										
Villégiature, loisirs et tourisme										
Bail de villégiature (chalet)	Fort	Forte		■						
Bail de villégiature (abri sommaire)	Moyen	Moyenne				■				
Bail à d'autres fins	Moyen	Moyenne				■				
Parcours de canot-camping	Faible	Forte				■				
Parcours de motoneige	Faible	Moyenne				■				
Terrain de piégeage	Moyen	Moyenne				■				
Bâtiment de pourvoirie	Fort	Forte		■						
Aire propice au développement de la pourvoirie	Faible	Moyenne				■				
Espace archéologique										
Site archéologique connu	Faible	Forte								
Espace utilisé par les Innus										
Terrain de piégeage	Moyen	Moyenne				■				
Réserve indienne	Fort	Légale	■							
Lieu de sépulture connu	Fort	Forte		■						
Espace minier										
Claim minier	Faible	Moyenne								
Autre espace affecté à l'extraction										
Carrière ou sablière exploitée ou non	Faible	Moyenne								
Infrastructure										
Aérodrome	Fort	Forte		■						
Prise d'eau potable	Fort	Légale	■							
Autre élément										
Zone de propriétés privées	Moyen	Forte			■					
MILIEU NATUREL										
Végétation										
Forêt résineuse à mousses	Moyen	Moyenne				■				
Forêt résineuse à lichens	Moyen	Moyenne				■				
Forêt feuillue	Moyen	Moyenne				■				
Forêt mélangée	Moyen	Moyenne				■				
Arbustaie ou espace en régénération	Moyen	Moyenne				■				
Forêt perturbée	Faible	Faible				■				
Milieux humides	Fort	Forte		■						
Station reconnue d'espèces rares, menacées ou vulnérables	Fort	Forte		■						

Tableau M2-1 : Accès permanent – Résistance des éléments du milieu (***suite***)

	Impact appréhendé	Valeur	Résistance environnementale				Résistance technoéconomique			
			C [a]	TF	F	M	C	TF	F	M
Faune										
Habitat reconnu du saumon atlantique anadrome	Fort	Forte		■						
Frayère à saumon potentielle ou confirmée	Fort	Forte		■						
Ravage d'orignal ou de caribou	Fort	Forte		■						
Espace terrestre particulier										
Escarpement rocheux							■			
Ravinement profond								■		
Cicatrice de mouvement de terrain ou éboulis rocheux								■		
Zone inondable									■	
Champ de dunes										■
Tourbe									■	
Terrain rocheux										■
Tourbe et sable, tourbe et till, ou roche affleurante										■
Terrain rocheux accidenté								■		
Espace hydrographique										
Cours d'eau de largeur inférieure à 5 m	Moyen	Moyenne				■				■
Cours d'eau de 5 à 10 m de largeur	Moyen	Forte			■					
Cours d'eau de 10 à 20 m de largeur	Moyen	Forte			■				■	
Cours d'eau de 20 m et plus de largeur	Moyen	Forte			■			■		

a. C : contrainte. TF : résistance très forte. F : résistance forte. M : résistance moindre.

Tableau M2-2 : Accès permanent – Exemple d'optimisation du tracé – Segment 13

Élément de comparaison	Tracé initial [a]		Variante d'optimisation [a]	
	Nombre	Longueur (km)	Nombre	Longueur (km)
Longueur totale	–	6,84	–	3,88
RÉSISTANCES ENVIRONNEMENTALES				
Résistance très forte				
Milieux humides	–	0,1	–	0,04
Ravage d'orignal ou de caribou	1	0,5	–	–
Unité de paysage	–	–	1	1,6
Résistance forte				
Lac à moins de 60 m	–	–	1	0,01
Rivière ou ruisseau à moins de 60 m	13	1,5	3	0,7
Résistance moindre				
Terrain de piégeage utilisé par les Innus	1	6,8	1	3,8
Forêt résineuse à mousses	–	5,4	–	3,7
Forêt feuillue	–	0,03	–	0,03
Forêt mélangée	–	0,6	–	0,1
Zone d'épidémie	–	0,7	–	–
Cours d'eau de largeur inférieure à 5 m	7	–	2	–
RÉSISTANCES TECHNOÉCONOMIQUES				
Résistance moindre				
Terrain rocheux	2	3,4	2	3,3
Éléments attractifs				
Proximité d'une source de matériaux granulaire (0-10 km)	1	–	1	–
Till	1	3,4	1	0,5
Coût				
Différence de coût	0 $		-1 550 000 $	
AUTRES CONSIDÉRATIONS				
	Tracé plus long et plus coûteux. Profil en pentes fortes. Longe la rivière Bernard sur 1,5 km.		Variante avantageuse pour ce qui est des coûts de transport en périodes de construction et d'exploitation. Fait économiser 1,55 M$ et réduit la longueur de route de 2,96 km. Longe la rivière Bernard sur 0,7 km.	

Avantage relatif.

M2.3 Références

Alliance environnement. 2000. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Phase 1 : étude de corridors. Accès routier aux ouvrages*. Rapport d'étape. Trois-Rivières, Alliance environnement. 146 p. et ann.

Benoit, R. 2005. *Complexe de La Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Sauvagine et autres oiseaux aquatiques*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC 169 p. et ann.

Benoit, R., C. Latendresse et F. Bédard. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux forestiers*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 95 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Fortin, C., et M. Ouellet. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 34 p. et ann.

GENIVAR Groupe Conseil. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 202 p. et ann.

Hydro-Québec. 1990. *Méthode d'évaluation environnementale, lignes et postes*. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.

Hydro-Québec. 1992. *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition*. Préparé en collaboration avec le Groupe Viau et le Groupe-conseil Entraco. Montréal, Hydro-Québec.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Équipement. 2006. *Complexe Romaine. Route de la Romaine. Avant-projet, révision 1.* Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Morneau, F., et R. Benoit. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux de proie*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 64 p. et ann.

Poly-Géo. 2004*a*. *Complexe de la Romaine. Avant-projet. Étude de photo-interprétation du corridor routier.* Vol. 1 : *Matériaux de surface et formes de terrain*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 42 p.

Poly-Géo. 2004*b*. *Complexe de la Romaine. Avant-projet. Étude de photo-interprétation du corridor routier.* Vol. 2 : *Reconnaissance des sources potentielles demprunt le long des axes routiers préliminaires Est et Ouest*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 58 p.

Roche ltée, Groupe-conseil. 2006. *Complexe de la Romaine. Accès routiers aux ouvrages.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-conseil. 159 p. et ann.

Tecsult. 2005*a*. *Complexe de la Romaine. Étude de la grande faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Tecsult. 2005*b*. *Complexe de la Romaine. Étude de la petite faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

M3 Hydrologie

- Objectifs
- Méthodes

M3.1 Objectifs

L'analyse du régime hydrologique du territoire touché par les quatre aménagements envisagés sur la rivière Romaine a pour objectif principal de caractériser le système hydrique en conditions actuelles et futures. Les études visent notamment à déterminer les débits d'apports hebdomadaires et journaliers aux emplacements des barrages projetés, les débits de crue selon différentes périodes de récurrence ainsi que les crues maximales probables. À l'aide d'un modèle de simulation énergétique, on a évalué la productibilité des aménagements en période d'exploitation normale et en période de construction en fonction des caractéristiques des centrales. Une étude de risque complète l'analyse hydrologique de la rivière Romaine et de ses aménagements.

La réalisation des études hydrologiques fait appel à différentes méthodes :

- Reconstitution des apports naturels : La reconstitution des apports naturels aux emplacements des barrages projetés a été réalisée sur une base hebdomadaire pour 48 années consécutives. Les apports hebdomadaires ont été utilisés pour les études de simulations énergétiques et pour les études de remplissage, tandis que les apports journaliers ont servi aux études de crue maximale probable.
- Analyse statistique des crues : Le calcul des crues selon différentes périodes de récurrence s'appuie sur l'analyse statistique des pointes de crues relevées et reconstituées aux emplacements des barrages projetés.
- Calcul des crues maximales probables : Le calcul des crues maximales probables découle de l'analyse des différentes crues observées et reconstituées de même que des événements météorologiques extrêmes dans la région de l'étude.
- Simulation de la production énergétique : La méthode et le modèle utilisés dans cette étude permettent de calculer le potentiel énergétique des aménagements projetés sur la rivière Romaine. Les caractéristiques techniques des aménagements et les caractéristiques environnementales du projet sont prises en compte. Les simulations permettent de prédire les changements de régime de la Romaine et d'évaluer la production énergétique des centrales en période d'exploitation normale et en période de remplissage.

Les études hydrologiques ont pris en compte les données hydrométriques disponibles sur la rivière Romaine, qui s'étendent de 1956 à 2004.

M3.2 Méthodes

M3.2.1 Reconstitution des apports hebdomadaires

Hydro-Québec exploite des stations hydrométriques à proximité des lieux d'implantation des barrages projetés sur la Romaine. Au fil de diverses études, on a pris des séries de mesures relativement courtes : quelques années à compter de

1977, quelques années à partir de 1980, puis à partir de 2002, année où on a commencé l'étude sommaire du projet du complexe de la Romaine. Les relevés sont de qualité inégale, et les données ne sont pas toutes utilisables. La station 073801, située au PK 16 de la Romaine, est la station de référence principale. On dispose aussi d'une série de débits journaliers moyens mesurés à la station MENV 073802, en amont du réservoir projeté de la Romaine 4. Cette série comprend moins de onze années de mesures.

L'ensemble de ces stations sont mises à contribution pour la reconstitution des apports naturels aux emplacements des barrages projetés. On s'appuie sur les données de la station 073802 pour tenir compte de la différence marquée entre les précipitations de la côte et de l'intérieur des terres. La série de données de la station 073802 est reconstituée d'après les données de la station MENV 073801 (période de mesure : 1956-2004) relatives à la même période. On détermine les apports aux emplacements des barrages en additionnant les apports de la station 073802 et une partie des apports mesurés dans le bassin versant intermédiaire de la station 073801. Les apports naturels à la station 073802 et les apports aux emplacements des barrages sont reconstitués selon un pas de temps hebdomadaire. La même approche a servi à valider la reconstitution des débits aux emplacements des ouvrages, pour lesquels on disposait de débits enregistrés aux stations déployées par Hydro-Québec.

M3.2.2 Analyse statistique des débits de crue

L'analyse fréquentielle des crues aux emplacements des barrages projetés permet de déterminer les débits de crues de printemps et d'été-automne à différentes périodes de récurrence. Pour chacun des sites, l'analyse fréquentielle repose sur les apports naturels mesurés aux différentes stations hydrométriques sur la rivière. Le logiciel HYFRAN est utilisé pour l'analyse fréquentielle de la station MENV 073801. La corrélation entre les pointes de crue des stations MENV 073801 et 073802 présentes sur la rivière est faible. On peut reconstituer les pointes de crue aux emplacements des barrages à l'aide de la relation suivante :

$$Q_{non\ jaugé} = Q_{jaugé} \times \left(\frac{A_{non\ jaugé}}{A_{jaugé}} \right)^{n}$$

Équation M3-1

où :

$Q_{non\ jaugé}$ est le quantile de crue à déterminer (m^3/s) ;
$Q_{jaugé}$ est le quantile de crue déjà connu (m^3/s) ;
$A_{non\ jaugé}$ est la superficie du bassin versant du site non jaugé (km^2) ;
$A_{jaugé}$ est la superficie du bassin versant du site connu (km^2) ;
N est l'exposant à déterminer.

L'exposant N est déterminé pour les crues de printemps et pour les crues d'été-automne. Les différents quantiles de crues sont par la suite calculés en fonction des superficies des bassins versants aux endroits retenus.

Les débits de crue de printemps de la station 073801 sont ajustés à l'aide de la loi Pearson type III. Il est à noter que la loi Halphen de type B (maximum de vraisemblance) permet d'obtenir des résultats équivalents. On détermine l'exposant N de l'équation 1 en appliquant un ajustement statistique aux données des stations 073801 et 073802. La série de données issues de la station 073802 se limitant à une période de dix ans, on a calculé les rapports Q_{10}/Q_2 sur cette période pour les deux stations. Les rapports pour les deux stations étant égaux, le coefficient N est calculé au moyen de l'équation 1 et des débits d'une récurrence de deux ans mesurés aux stations mentionnées.

L'ajustement des débits de crue d'été-automne de la station 073801 est fait à l'aide d'une combinaison de deux lois statistiques. La loi log normale à trois paramètres (maximum de vraisemblance) sert à représenter les débits de faible et moyenne récurrence (de 2 à 200 ans), tandis que la loi Pearson de type III (maximum de vraisemblance conditionnelle) permet la représentation des débits de crue à fort intervalle de récurrence (1 000 à 10 000 ans). Comme les rapports Q_{10}/Q_2 pour les crues automnales, après ajustement pour les stations 073801 et 073802, sont différents, on a employé un coefficient N de 0,9, recommandé pour les cours d'eau du Québec.

M3.2.3 Détermination de la crue maximale probable

Pour produire un hydrogramme de crue maximale probable (CMP), on a créé une représentation mathématique du bassin versant. Ainsi, l'écoulement de surface et l'écoulement dans le sol – qui dépendent, entre autre facteurs, de la perméabilité du sol, des pentes, du type de végétation et d'autres caractéristiques physiques – sont représentés par des paramètres qui sont préalablement étalonnés. Des précipitations maximisées sont ensuite appliquées à l'hydrogramme. Pour reproduire l'hydrogramme de CMP, le modèle mathématique distribue les précipitations en fonction des paramètres obtenus lors de l'étalonnage.

Le modèle de bassin versant utilisé est le modèle déterministe SSARR. Pour étalonner le modèle, on ajuste les paramètres qui décrivent les caractéristiques physiques moyennes d'un bassin versant de façon à reproduire, en imposant un historique de précipitations, l'hydrogramme de débit mesuré à une station de jaugeage durant la même période. Les précipitations totales journalières et les températures moyennes journalières à la station de Havre-Saint-Pierre, située à l'embouchure de la Romaine, sont reconstituées pour obtenir une série complète débutant en janvier 1972 et se terminant en décembre 1981.

M3.2.3.1 Reconstitution des séries de données

Les données de précipitations utilisées pour l'étalonnage du modèle SSARR proviennent des stations météorologiques d'Environnement Canada de Havre-Saint-Pierre et du lac Éon. Les données manquantes à Havre-Saint-Pierre ont été complétées à partir des données provenant des stations de Natashquan et de Sept-Îles.

Les températures moyennes journalières sont très bien corrélées entre les stations. On a remplacé les données de température manquantes par les données enregistrées à Natashquan. Les températures ont un impact important sur le modèle SSARR au moment de la fonte printanière, quand la température oscille autour de 0 °C à ± 7 °C. L'équation de régression apporte une différence négligeable dans cette plage de température par rapport au transfert direct de la température de Natashquan vers Havre-Saint-Pierre.

On a reconstitué des séries journalières d'apports aux emplacements des barrages projetés. L'objectif est d'obtenir des séries de débits moyens journaliers intermédiaires qui couvrent la période 1972-1981. Ces séries servent à évaluer la qualité de l'étalonnage des bassins intermédiaires avec le modèle SSARR.

M3.2.3.2 Étalonnage du modèle et calcul des CMP

Étalonnage

Le modèle a été étalonné de façon à reproduire les débits journaliers pendant une période de cinq ans, soit de 1972 à 1976. Les données météorologiques provenant de lac Éon permettaient une meilleure reproduction des débits journaliers de la rivière Romaine.

Précipitations et températures

Pour établir la crue maximale probable (CMP) dans le bassin versant étudié, on a maximisé les précipitations et on a eu recours à des scénarios de température. En raison de l'orientation nord-sud du bassin, il existe un fort gradient de température au printemps. Deux scénarios de température existent, selon qu'on tient compte ou non du bassin versant du réservoir de la Romaine 4 dans le bassin total considéré pour le calcul de la précipitation maximisée. La différence entre les deux scénarios concerne la date de début de la maturation de la neige. Pour le cas où le bassin du réservoir de la Romaine 4 est compris dans le bassin simulé, la maturation de la neige débute le 20 mai ; s'il n'est pas compris, la maturation débute le 11 mai, soit neuf jours plus tôt.

Les précipitations maximisées sur différents centres de bassins versants sont sous forme de pluie et de neige. Les valeurs de neige sur les bassins intermédiaires correspondent à des accumulations d'une récurrence de 100 ans et à des

accumulations maximales probables. Ces valeurs sont applicables la journée du début de la maturation de la neige. La pluie printanière sur différents centres de bassins correspond, tout comme la neige, à des précipitations d'une récurrence de 100 ans et à des précipitations maximales probables. La pointe de pluie se produit la journée de la pointe de température. La pluie d'été-automne sur différents centres de bassins correspond à une accumulation maximale probable.

CMP de printemps

Deux scénarios de CMP peuvent se produire au printemps. Le premier scénario engendre une CMP à partir de l'accumulation de neige d'une récurrence de 100 ans et de précipitations maximales probables (PMP-N100). Pour ce scénario de CMP, on prend pour hypothèse que le niveau des réservoirs au début de la crue est plus bas que le niveau d'exploitation maximal. On fixe le pied de crue à l'aide des résultats des simulations avec le modèle de production hydroénergétique, en prenant le maximum des niveaux minimaux avant la crue.

Dans le second scénario, la CMP provient d'une accumulation maximale probable de neige et d'une pluie d'une récurrence de 100 ans (P100-AMPN). Pour ce cas de CMP, on considère que le niveau des réservoirs au début de la crue peut être plus bas que le niveau retenu pour la CMP engendrée par des précipitations maximales probables (PMP). En effet, le niveau des réservoirs pourrait vraisemblablement être abaissé si un stock de neige exceptionnel était mesuré sur le bassin versant. La crue est stockée jusqu'à l'atteinte du niveau d'exploitation maximal, après quoi l'évacuation débute. Il est donc possible de prévoir une crue de très grande ampleur et de procéder à un abaissement préventif du niveau du réservoir. Ce stockage d'une plus grande portion de la crue permettrait de diminuer les évacuations. Dans ce scénario, les réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et de la Romaine 3 sont abaissés à leur niveau d'exploitation minimal, tandis que le réservoir de la Romaine 4 est abaissé à la cote correspondant à la moyenne des minimums printaniers.

CMP d'été-automne

La CMP d'été-automne est engendrée par une pluie maximale probable qui survient au moment où les sols sont saturés par des pluies antérieures. On a calculé les CMP en simulant une pluie maximale probable sur un sol saturé.

Laminage des CMP

Pour le laminage des crues de printemps, on considère que les niveaux des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4 sont inférieurs à leur niveau d'exploitation maximal, ce qui permet de stocker une partie de la crue. Puisque la réserve utile de la Romaine 1 est très faible, ce réservoir se trouve à son niveau d'exploitation maximal (82,3 m) lorsque survient la CMP.

On considère aussi que les réservoirs se trouvent à leur niveau d'exploitation maximal au moment de la crue d'été-automne. Un certain empiètement sur la revanche est accepté au passage de la CMP. La valeur de l'empiètement toléré dépend du type du barrage. Le calcul de laminage utilise un pas de temps de douze heures et des données journalières de débit.

M3.2.4 Simulation de la production d'énergie

On a actualisé les différentes caractéristiques des aménagements projetés, comme les courbes de stockage, les courbes de tarage aval et les courbes de rendement des groupes turbines-alternateurs. Les apports naturels aux emplacements des barrages ont été mis à jour et sont utilisés pour l'estimation de la production énergétique des aménagements. L'estimation de la production de pointe n'est pas requise dans cette étude. Les simulations énergétiques s'appuient sur les moyennes hebdomadaires des débits d'apports naturels. Par ailleurs, la gestion des différents réservoirs a été optimisée pour favoriser l'énergie annuelle moyenne. Enfin, on a optimisé le niveau d'exploitation minimal des réservoirs de la Romaine 4, de la Romaine 3 et de la Romaine 2 en fonction des débits réservés écologiques retenus en aval de la centrale de la Romaine-1.

M3.2.4.1 Caractéristiques des aménagements

Les simulations de production ont été réalisées à l'aide du modèle Simhyde, version 3.3.1, avec un pas de temps hebdomadaire. Au moment de fixer les paramètres de simulation, on a cherché à maximiser l'énergie annuelle moyenne. Les marnages des réservoirs ont été optimisés en fonction des caractéristiques les plus à jour des aménagements.

M3.2.4.2 Gestion des réserves

Le mode de gestion des réservoirs prévoit une baisse graduelle des niveaux avant la crue de printemps. Les réservoirs rejoignent leur niveau d'exploitation maximal après le stockage de cette crue.

La baisse progressive du niveau du réservoir en fonction des apports naturels avant la crue engendre un turbinage qui augmente très légèrement de janvier à avril aux réservoirs de la Romaine 4 et de la Romaine 3. Durant le mois d'avril, on diminue légèrement les débits turbinés pour ne pas avoir à vidanger prématurément les réservoirs avant l'arrivée de la crue de printemps. À partir du début de mai, quelques apports hâtifs remplissent rapidement les réservoirs. Le remplissage se termine en général à la fin de mai. Les débits turbinés augmentent au début de mai et se stabilisent autour du débit d'équipement durant les mois de mai et de juin. Les évacuations ont lieu normalement durant cette période. Aucune évacuation n'est prévue avant l'arrivée de la crue. Des évacuations supplémentaires peuvent survenir ponctuellement à l'occasion de crues d'été-automne importantes avec des niveaux de réservoirs élevés.

M3.2.4.3 Respect des débits réservés

Les débits réservés en aval de la centrale de la Romaine-1 et dans les tronçons court-circuités sont respectés en tout temps en période d'exploitation normale des aménagements de la Romaine.

M3.2.4.4 Production en conditions transitoires

Quelques années séparent la mise en service des centrales du complexe de la Romaine. Le calcul de la production énergétique des aménagements a donc été fait pour une gestion normale de la totalité du complexe, mais également pour chaque séquence de construction. La centrale de la Romaine-2 pourra être gérée pendant quelques années sans la présence des aménagements de la Romaine-4 et de la Romaine-3 en amont, et la centrale de la Romaine-3 fera également l'objet d'une gestion sans la présence du réservoir de la Romaine 4 pendant quelques années supplémentaires. Chaque séquence de construction fait l'objet d'une estimation précise de la production énergétique possible. Durant le remplissage d'un réservoir, la production énergétique des centrales en aval est également estimée. Les débits intermédiaires entre les aménagements peuvent être turbinés durant le remplissage d'un réservoir en amont d'une centrale. Les contributions éventuelles de chaque centrale aux débits réservés écologiques en aval de la centrale de la Romaine-1 sont également utilisées pour évaluer le potentiel énergétique de chaque période de construction.

M4 Hydraulique

- Objectifs
- Zone d’étude
- Modèle hydraulique

M4.1 Objectifs

L'étude hydraulique a pour objectif de présenter les vitesses d'écoulement, les niveaux d'eau et les débits en conditions actuelles sur l'ensemble de la rivière Romaine ainsi que les mêmes paramètres en conditions futures dans les tronçons qui ne seront pas inclus dans les réservoirs projetés. On utilise un modèle numérique d'écoulement en régime transitoire afin d'évaluer comment les variations horaires du débit à la centrale de la Romaine-1 se propageront vers l'aval. Les résultats du modèle hydraulique servent également au calcul de la charge de fond théorique (voir la méthode 8).

M4.2 Zone d'étude

Le modèle hydraulique couvre la partie de la rivière Romaine qui sera touchée par le projet, de son embouchure à la limite amont du réservoir de la Romaine 4 (PK 289,2).

Seul le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 a été modélisé en régime transitoire. Comme les centrales de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 restituent l'eau turbinée dans le réservoir immédiatement en aval, leur gestion horaire aura un impact négligeable sur le niveau de ce réservoir aval.

M4.3 Modèle hydraulique

M4.3.1 Description du modèle

On a utilisé la version 3.1.3 du logiciel Hec-Ras pour les calculs en régime permanent et en régime transitoire. Le modèle a été étalonné à l'aide du module permanent du logiciel.

Ce logiciel utilise le module de calcul HEC-2 mis au point par le Hydrologic Engineering Center du U.S. Corps of Engineers, qui permet de calculer les caractéristiques de l'écoulement, considéré comme unidimensionnel.

Les principales hypothèses associées au calcul de courbes de remous sont les suivantes :

- l'écoulement est supposé 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 de la friction et de la turbulence dues à la friction sont représentés par la formulation de Manning ;
- l'écoulement est permanent, à tout endroit déterminé, et le débit et le niveau ne varient pas dans le temps.

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

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

Le module 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'une onde – comme l'est la variation du débit turbiné – sur de courtes durées et de prendre en considération les effets liés au frottement, au volume d'eau présent dans la rivière ou à la présence d'obstacles.

M4.3.2 Données de base et étalonnage du modèle

M4.3.2.1 Bathymétrie et niveaux d'eau

Le domaine géométrique est défini par des sections transversales, perpendiculaires au sens de l'écoulement. L'étalonnage du modèle est fait pour les débits présents au moment des relevés des lignes d'eau.

La bathymétrie a été relevée sur 249 sections transversales réparties sur l'ensemble de la rivière Romaine (voir le tableau M4-1). L'interpolation de 40 sections d'écoulement et l'ajout de 40 sections fictives aux sites de rapides ont permis de mieux reproduire les lignes d'eau mesurées.

La mesure de 66 lignes d'eau réparties entre les PK 0,6 et 308, pour des débits variant entre 85 et 1 818 m^3/s, a permis d'étalonner ou de valider le modèle.

Tableau M4-1 : Sections bathymétriques représentées dans le modèle hydraulique

Tronçon	Nombre de sections transversales mesurées	Nombre de sections interpolées	Nombre de sections fictives
Aval de la centrale de la Romaine-1	68	40	17
Romaine-1–Romaine-2	63	—	10
Romaine-2–Romaine-3	45	—	5
Romaine-3– Romaine-4	21	—	4
Amont de la centrale de la Romaine-4	52	—	4

M4.3.2.2 Débits

Les mesures de débit au moment où les lignes d'eau ont été relevées proviennent de huit stations limnimétriques réparties sur l'ensemble de la rivière. Entre 11 et 18 jaugeages ont permis de bâtir une relation niveau-débit à chacune de ces stations.

Les simulations ont été réalisées pour le débit annuel moyen, pour le débit de crue médiane ainsi que pour les débits réservés prévus dans les tronçons court-circuités. On a également simulé les conditions hydrauliques pour des débits variant de 600 à 1 800 m^3/s afin de fournir les paramètres nécessaires au calcul de la charge de fond théorique (voir la méthode 8).

M5 Régime thermique

- Objectifs
- Zone d’étude
- Modélisation du régime thermique
- Références

M5.1 Objectifs

L'étude du régime thermique de la rivière Romaine a pour objectif de comparer les températures de l'eau en conditions actuelles et futures. Les températures de l'eau des réservoirs projetés représentent une donnée de base pour l'étude du régime des glaces en conditions futures.

M5.2 Zone d'étude

La description du régime thermique en conditions actuelles et futures couvre la partie de la rivière Romaine qui sera touchée par le projet,de son embouchure à la limite amont du réservoir de la Romaine 4 (PK 289,2). Les résultats de la modélisation du thermique en conditions actuelles et futures sont présentés dans les documents suivants :

- Groupe-Conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement.* Rapport nº R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-Conseil LaSalle. 27 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel.* Montréal, Hydro-Québec Équipement.

M5.3 Modélisation du régime thermique

M5.3.1 Description des modèles

Trois modèles numériques sont utilisés pour décrire le régime thermique en conditions actuelles et futures de la rivière Romaine :

- Le modèle RESTHERM permet de calculer le régime thermique en milieu stratifié verticalement, comme les sont les réservoirs. Pour qu'il y ait stratification, la vitesse d'écoulement dans l'axe de la rivière doit être faible.
- Le logiciel RIVTHERM permet de représenter le régime thermique de tronçons de rivière où la vitesse d'écoulement empêche la stratification.
- Parce que le logiciel RIVTHERM ne permet pas de tenir compte de la présence de glace dans les échanges thermiques, on a eu recours au modèle MIKE11-ICE pour décrire le régime thermique des tronçons non stratifiés, soit le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-2, entre les PK 62 et 82, et le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 ; la période étudiée est comprise entre le 27 novembre et le 15 mai, pendant laquelle la température de l'eau est influencée par la présence de glace. Ce modèle est décrit plus en détail dans la méthode 6.

Le modèle RESTHERM prend en compte l'apport en débit et en température de l'eau des affluents du réservoir, le débit et la température de l'eau des différents exutoires et les échanges thermiques entre la surface du réservoir et le milieu ambiant.

Ce logiciel utilise la méthode des différences finies pour représenter le volume d'un lac ou d'un réservoir par une série de couches horizontales superposées. Chaque couche est caractérisée par les propriétés ci-dessous, qui varient en fonction du temps et de la profondeur :

- température de l'eau ;
- fraction du débit apporté par chacun des tributaires ;
- fraction du débit soutiré à chacun des exutoires ;
- fraction des échanges thermiques reçus à la surface de l'eau ;
- fraction de l'énergie du vent arrivant à la surface de l'eau.

Le nombre de couches varie en fonction du niveau du réservoir. Des couches sont retranchées ou ajoutées au besoin, et leur superficie est ajoutée à la courbe d'emmagasinement du réservoir. L'épaisseur des couches est uniforme, sauf pour la couche où le niveau d'eau se trouve à un instant donné ; pour cette couche, l'épaisseur, la superficie et le volume sont variables en fonction du niveau.

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

Le modèle prend en compte la formation, l'épaississement et la fonte de la couverture de glace à l'aide de bilans volumiques liés pour l'eau et la glace. Les échanges thermiques entre l'air et l'eau sont calculés en fonction de la présence et de l'épaisseur de cette couverture de glace. Le volume de glace fixé sur les berges en hiver par le gel et la baisse du niveau d'eau sont soustraits du volume liquide du réservoir ; le volume de glace est réintroduit au printemps au moment de la fonte ou de la remontée du niveau, le cas échéant.

On ajuste l'état initial à une date donnée en prescrivant le niveau d'eau, le profil vertical de la température de l'eau et, lorsque c'est approprié, l'épaisseur de la glace et celle de la neige déposée sur la glace.

Plusieurs coefficients d'ajustement sont applicables, dont les suivants :

- facteur d'exposition au rayonnement solaire ;
- facteur d'exposition aux échanges atmosphériques ;
- distance d'absorption de la lumière dans l'eau du réservoir ;

- constante à ajouter à la température de l'air de référence pour l'adapter au plan d'eau analysé ;
- facteur à appliquer à la vitesse du vent de référence pour l'adapter au plan d'eau analysé ;
- épaisseur des couches (c'est-à-dire leur nombre) servant au calcul ;
- paramètres liés au calcul de distribution du débit entrant et du mélange vertical ;
- paramètres permettant de tenir compte de la géométrie des exutoires.

Le modèle RIVTHERM effectue à chaque pas de temps et en tout point de la rivière un bilan complet des échanges thermiques entre l'eau et l'atmosphère, à l'intérieur d'un tronçon. Le bilan net de chaleur reçue ou perdue permet de faire évoluer la température de l'eau. Les caractéristiques physiques de la rivière, à chaque pas de temps utilisé, proviennent des résultats du calcul d'écoulement en régime permanent effectué avec le logiciel Hec-Ras, décrit dans la méthode 4 dans le volume 9.

M5.3.2 Données de base

M5.3.2.1 Période couverte par la modélisation

Afin de représenter adéquatement l'effet de la variabilité interannuelle du climat ou du régime hydrologique sur la température de l'eau, celles-ci est modélisée pour une période de vingt ans, soit de 1984 à 2003. Cette période a été choisie en raison de la bonne disponibilité des données de base nécessaires à la modélisation ou à l'étalonnage du modèle.

M5.3.2.2 Température de l'eau

On a accès à 31 séries d'observation de la température de l'eau de 1999 à 2006. La température de l'eau a été enregistrée à une cadence horaire aux sites des aménagements, à la limite amont de la zone d'étude, dans le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 ainsi que sur trois tributaires, soit les rivières Puyjalon, de l'Abbé-Huard et Romaine Sud-Est. Ces mesures de température permettent d'étalonner le modèle en conditions actuelles et de prendre en considération l'effet des tributaires sur le régime thermique des réservoirs projetés.

M5.3.2.3 Séries météorologiques

La température de l'air provient des séries de mesures aux stations d'Environnement Canada suivantes :

- station 7043018 à Havre-Saint-Pierre ;
- station 704C64L au lac Éon ;
- station 8504175 à Wabush.

On a également utilisé des séries de températures de l'air mesurées aux emplacements des quatre barrages projetés. Ces séries couvrent des périodes d'un an à quatre ans, selon les sites.

La station de lac Éon est située à l'extrémité nord de la zone d'étude, celle de Wabush, au nord-ouest, et celle de Havre-Saint-Pierre, à l'extrémité sud. Les températures de l'air aux emplacements prévus des barrages s'apparentent davantage aux valeurs mesurées au lac Éon ou à Wabush. En effet, la proximité de la mer modifie le climat de Havre-Saint-Pierre, particulièrement en période estivale. Étant donné que la station du lac Éon comporte plusieurs années de données manquantes, les données de Wabush ont été utilisées. Un ajustement statistique entre les séries de températures aux emplacements des barrages projetés permet de tenir compte de l'effet de l'altitude à chaque site et de produire des séries de températures de l'air d'une durée de 20 ans aux différents endroits couverts par la modélisation.

Le rayonnement solaire a été calculé à partir du rayonnement par ciel clair, qu'on a modifié pour tenir compte du couvert nuageux. Pour les sites en amont de la centrale de la Romaine-1, on a utilisé les données de vent provenant de la station du lac Éon, alors que les vents mesurés à Havre-Saint-Pierre ont servi à modéliser le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1.

M5.3.2.4 Courbes d'emmagasinement des réservoirs

Les courbes d'emmagasinement de chaque réservoir ont été établies à partir de la cartographie à l'échelle de 1 : 20 000, elle-même produite à partir de relevés topographiques laser.

M5.3.2.5 Débit

Les débits simulés en conditions actuelles proviennent des débits enregistrés à la station 073801 du Centre d'expertise hydrique du Québec. La méthode utilisée pour déterminer les débits en amont de la Romaine-1 est décrite en détail dans la méthode 3 dans le volume 9. Les débits des principaux tributaires ont également été établis à partir des débits mesurés sur la rivière Romaine, en fonction de la superficie du bassin versant qu'ils drainent.

Les débits simulés en conditions futures et les niveaux atteints dans les réservoirs pour toute la période simulée proviennent des résultats des simulations de la production énergétique du complexe de la Romaine (voir la méthode 3).

M5.4 Références

Groupe-Conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Étude du régime hydraulique en présence de glace.* Rapport nº 1617. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-Conseil LaSalle. 27 p. et ann.

Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel.* Montréal, Hydro-Québec Équipement.

M6 Régime des glaces

- Objectifs
- Zone d’étude
- Modélisation du régime des glaces
- Références

M6.1 Objectifs

L'étude du régime des glaces a pour principal objectif de décrire l'emprise des glaces, la date de leur apparition et leur épaisseur, les zones de formation et d'accumulation de frasil, l'effet des glaces sur les niveaux d'eau ainsi que l'évolution de la température de l'eau en période hivernale. On a porté une attention particulière à l'accessibilité des traversées de motoneige dans le tronçon en aval du barrage de la Romaine-1 (PK 0-52,5).

M6.2 Zone d'étude

La description du régime des glaces en conditions actuelles et futures couvre la portion de la Romaine qui sera touchée par le projet. Par conséquent, la zone d'étude s'étend de l'embouchure de la rivière à la limite amont du réservoir de la Romaine 4 (PK 289,2).

Cependant, on a procédé à la modélisation numérique du régime des glaces uniquement pour la portion de la rivière située en aval de l'emplacement de la centrale de la Romaine-2 (PK 0-83,7) parce que cette portion est à la fois la plus fréquentée et la plus touchée par les modifications prévues de l'écoulement de la Romaine. Les résultats de la modélisation du régime thermique et des glaces en conditions actuelles et futures sont présentés dans les études suivantes :

- Groupe-conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement*. Rapport nº R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-conseil LaSalle. 27 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau*. *Rapport sectoriel*. Montréal, Hydro-Québec Équipement.

M6.3 Modélisation du régime des glaces

M6.3.1 Description du modèle

Les simulations des conditions hivernales ont été réalisées à l'aide du module « Ice Generation and Accumulation » du modèle numérique MIKE11-ICE, qui fait partie du jeu de logiciels unidimensionnels non permanents MIKE11. La modélisation unidimensionnelle suppose que l'écoulement est perpendiculaire à une section et que le niveau d'eau y est constant.

Le modèle simule la formation de glace dans un tronçon de rivière pendant tout un hiver. Il effectue, à chaque pas de temps et en tous points de la rivière, un bilan complet des échanges thermiques entre l'eau, l'atmosphère et la glace fixe ou en mouvement. Le bilan net de la chaleur reçue ou perdue fait évoluer la température

de l'eau, puis produit des grains de frasil qui dérivent en suspension. Un ensemble d'équations décrit comment ces grains de frasil peuvent s'agglomérer et émerger pour former des assiettes de frasil flottant en surface.

La glace fixe épaissit par conduction thermique et progresse depuis la rive jusqu'à ce que la vitesse d'écoulement locale dépasse une limite qui dépend des conditions météorologiques. Un processus similaire décrit le recul de la glace de rive et l'ouverture d'un chenal d'eau libre à la fonte des glaces au printemps.

La glace dérivante (grains ou assiettes de frasil) s'accumule contre les sections entièrement fermées par de la glace de rive ou est emportée sous la couverture de glace selon les conditions locales de vitesses et de nombre de Froude au bord frontal. En progressant vers l'aval, cette glace se dépose sous les champs de glace en formant des barrages suspendus lorsqu'elle rencontre des zones d'écoulement plus lent.

Le calcul des niveaux d'eau intègre l'effet d'obstruction créé par ces accumulations de glace.

M6.3.2 Données de base et étalonnage du modèle

M6.3.2.1 Bathymétrie et niveaux d'eau

Les données utilisées pour les calculs et l'étalonnage du module de calcul hydraulique sont les mêmes que pour les calculs hydrauliques (voir la méthode 4).

On a mesuré 131 sections bathymétriques dans la portion de la Romaine qui est couverte par la modélisation. La mesure de quatre lignes d'eau dans le tronçon en aval du barrage de la Romaine-1 (PK 0-52,5) et de trois lignes dans le tronçon Romaine-1–Romaine-2[1] a permis d'étalonner et de valider le modèle d'écoulement pour des débits inférieurs à 500 m^3/s. Des débits supérieurs à cette valeur sont très rares en période hivernale.

Les enregistrements en continu des niveaux d'eau à la station limnimétrique des PK 58,8 et 82,5 ont permis de valider les hausses de niveaux attribuables aux glaces en période hivernale.

M6.3.2.2 Débits

On a simulé le régime des glaces de manière à reproduire l'évolution de la couverture de glace dans les conditions actuelles et durant l'exploitation du complexe au cours de 19 hivers, soit ceux de 1983-1984 à 2002-2003. La modélisation d'un

[1] Aux fins de l'étude des glaces, le tronçon Romaine-1–Romaine-2 s'étend approximativement du PK 54 au PK 84.

grand nombre d'hivers permet de reproduire la façon dont la couverture de glace pourrait réagir à la multitude d'événements météorologiques qui peuvent survenir dans le secteur de Havre-Saint-Pierre.

Les débits simulés en conditions actuelles reposent sur les débits enregistrés à la station 073801 du Centre d'expertise hydrique du Québec.Les débits simulés en conditions futures proviennent des résultats des simulations de la production énergétique du complexe projeté. Les résultats sont présentés sur une base hebdomadaire, et les débits restent constants pour les sept jours de la semaine.

M6.3.2.3 Température de l'air

Les températures de l'air proviennent des mesures faites à la station 7043018 d'Environnement Canada. On a simulé les mêmes années que pour les débits, soit les hivers 1983-1984 à 2002-2003. Pour simuler les conditions de glace dans le tronçon Romaine-1–Romaine-2, on a tenu compte de l'effet de l'altitude et de l'éloignement de la mer ; pour ce faire, on a apporté une correction à la température de l'air en se fondant sur les mesures de la température prises pendant une courte période à la station météorologique située au niveau du bassin des Murailles (PK 82).

M6.3.2.4 Température de l'eau

En conditions actuelles, on a considéré que la température de l'eau à la limite amont du modèle se maintenait à 0 °C pendant toute la durée de l'hiver. Les simulations montrent que, malgré un réchauffement de la température de l'air à la fin de l'hiver, la température de l'eau reste près de 0 °C parce que la chaleur absorbée par les éclaircies fait fondre la glace, ce qui a pour effet de refroidir l'eau.

La température de l'eau sortant des centrales de la Romaine-2 et de la Romaine-1 provient de l'étude du régime thermique dans les réservoirs (voir la méthode 5).

M6.3.2.5 Épaisseur des glaces

Des mesures de l'épaisseur des glaces, effectuées lors de campagnes de reconnaissance (1977-1978 et 2004-2005) et d'une mission de reconnaissance (avril 2006), ont permis de confirmer que le modèle reproduisait bien l'épaisseur de glace atteinte à la fin de l'hiver en conditions actuelles.

M6.3.3 Accessibilité de la couverture de glace

Les résultats de la modélisation numérique des conditions hivernales ont été utilisés pour caractériser l'accessibilité des couvertures de glace dans le tronçon en aval de la Romaine-1. Une couverture de glace devient accessible lorsqu'elle s'étend d'une rive à l'autre, sans éclaircie, et que son épaisseur dépasse 0,20 m.

M6.4 Références

Groupe-conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement.* Rapport nº R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-conseil LaSalle. 27 p. et ann.

Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel*. Montréal, Hydro-Québec Équipement.

M7 Géomorphologie

- Objectifs
- Zone d’étude
- Méthodes
- Références

M7.1 Objectifs

L'étude de la géomorphologie décrit les dépôts de surface et les formes de terrain du territoire dans lequel s'insèrent les quatre aménagements projetés. Elle porte également sur les caractéristiques et la sensibilité à l'érosion des rives de la rivière Romaine et des berges des réservoirs projetés. Une étude sur les sols indurés dans l'aire d'ennoiement des réservoirs a également été menée. L'ensemble des informations obtenues permet d'établir l'état de référence et sert à évaluer les modifications engendrées par la création des aménagements projetés et par leur mode d'exploitation.

Les méthodes et les résultats de ces études sont détaillés dans les rapports sectoriels suivants :

- Poly-Géo. 2006*a*. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Géomorphologie. Caractérisation de l'évolution des rives et sensibilité à l'érosion*. 3 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 117 p. et ann.
- Poly-Géo. 2006*b*. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Caractérisation des sols indurés (ortsteins) et évaluation de leur toxicité potentielle dans les secteurs inondés par les réservoirs projetés*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 22 p. et ann.

Le texte qui suit contient une description de la zone d'étude et un résumé des principales méthodes utilisées.

M7.2 Zone d'étude

Le territoire considéré pour l'étude détaillée de la géomorphologie et de la sensibilité à l'érosion des milieux riverains actuels et futurs couvre environ 1 000 km^2 et s'étend de l'embouchure au PK 295 de la rivière Romaine. La superficie étudiée englobe une bande de 1 km de part et d'autre de la rivière et des réservoirs projetés. Elle forme un long corridor sinueux, de 2 à 10 km de largeur, centré sur la rivière Romaine. Ce corridor englobe les portions ennoyées des principaux tributaires : la rivière Bernard, la rivière de l'Abbé-Huard, la rivière Garneau, la rivière Baubert, la rivière Jérôme, la Petite rivière Romaine, la rivière Touladis et la rivière aux Sauterelles. Compte tenu de la limite d'influence de chacun des aménagements projetés, la zone d'étude se découpe en quatre secteurs distincts :

- Le secteur de l'aménagement de la Romaine-1 (PK 0-82,0) comprend le cours aval de la Romaine (PK 0-51,5), le tronçon court-circuité à l'aval du barrage de la Romaine-1 (PK 51,5-52,5) et la zone d'ennoiement du réservoir de la Romaine 1 (PK 52,5-82,0).

- Le secteur de l'aménagement de la Romaine-2 (PK 82,0-155,0) couvre le tronçon de la Romaine compris entre le réservoir de la Romaine 1 et la tête du bassin des Murailles (PK 82,0-83,7), le tronçon court-circuité à l'aval du barrage de la Romaine-2 (PK 83,7-90,3) et le secteur ennoyé par le réservoir projeté (PK 90,3-154,9), ce dernier englobant le cours inférieur de la rivière Bernard et de la rivière de l'Abbé-Huard.
- Le secteur de l'aménagement de la Romaine-3 (PK 154,9-190,3) comprend le tronçon court-circuité en aval du barrage de la Romaine-3 (PK 155,0-158,4) de même que la quasi-totalité de l'aire d'ennoiement du réservoir de la Romaine 3 (PK 158,4-190,3) ; même si le réservoir de la Romaine 3 se prolonge jusqu'au PK 190,7 à son niveau d'exploitation maximal, on considère que la limite amont du secteur de la Romaine-3 correspond à la sortie du canal de fuite de la Romaine-4, située au PK 190,3.
- Le secteur de l'aménagement de la Romaine-4 (PK 190,3-290,0) inclut le tronçon court-circuité en aval du barrage de la Romaine-4 (PK 190,3-191,9) et les tronçons de la Romaine et de ses tributaires qui seront ennoyés par le réservoir de la Romaine 4 (PK 191,9-290,0).

M7.3 Méthodes

M7.3.1 Photo-interprétation et cartographie préliminaires

La photo-interprétation des matériaux de surface et des formes de terrain a été effectuée principalement à partir de photographies aériennes noir et blanc à l'échelle de 1 : 15 000 prises en 2001 et en 2003. À certains endroits dans la partie est du secteur de la Romaine-4 et à l'aval du barrage projeté de la Romaine-1, l'interprétation a été complétée à l'aide de photographies aux échelles de 1 : 15 000 et de 1 : 20 000 datant de 1976, de 1989 et de 1999. Des cartes préliminaires dressées à partir de ces informations ont servi de documents de base pour les relevés de terrain.

M7.3.2 Campagnes de terrain

Les activités de terrain ont été réalisées en deux étapes. La première campagne de terrain s'est déroulée sur une période de six semaines, entre le 9 août et le 16 septembre 2004. Elle a été menée par trois géomorphologues, chacun aidé d'un assistant provenant de la région. Les relevés se sont concentrés dans les secteurs à l'amont du bassin des Murailles. L'objectif principal était de valider la nature et la morphologie des matériaux, en portant une attention particulière aux rives de la Romaine et de ses principaux affluents de même qu'aux terrains situés sur le pourtour des réservoirs projetés, là où se développeront de nouveaux milieux riverains. Des vérifications (mesures de pente et de hauteur des talus, vérification de la composition et de la stratigraphie des matériaux de surface ainsi que description des secteurs en érosion) ont été effectuées à près de 500 endroits le long des rives actuelles et futures ainsi que dans le reste de la zone d'étude.

La campagne de terrain de 2005, plus courte, s'est déroulée du 1er août au 11 août. Deux géomorphologues et un géologue, assistés chacun d'un aide, ont effectué les relevés. La campagne a servi principalement à valider la géomorphologie des secteurs des quatre aménagements projetés et à prélever des échantillons de sols indurés (ortsteins) dans les aires d'ennoiement. Au total, un peu plus d'une centaine de vérifications ont été effectuées et une quinzaine d'échantillons de sols indurés ont été prélevés.

M7.3.3 Caractérisation géomorphologique

La photo-interprétation préliminaire des matériaux de surface a été revue de façon à tenir compte des données collectées sur le terrain et des résultats des investigations géotechniques (puits et forages) menées par Hydro-Québec dans les différents secteurs étudiés. L'examen d'images XEOS[1] et de modèles numériques de terrain (MNT), produits à partir des relevés laser effectués à l'intérieur d'une bande de terrain de 1 à 3 km de largeur centrée sur la Romaine et ses principaux tributaires, a permis d'affiner l'interprétation de la composition des berges, la délimitation des zones d'érosion et l'évaluation de l'épaisseur des matériaux en place.

On a divisé le corridor d'étude en 27 zones homogènes en tenant compte, d'une part, de la morphologie et des caractéristiques hydrologiques de la rivière Romaine et, d'autre part, de la composition et de la morphologie des berges ainsi que de la nature des matériaux encaissants. Ces zones se regroupent en quatre grands secteurs : la plaine côtière, le piémont, les hauts plateaux et le secteur des collines rocheuses et de la plaine de till. Le tableau 19-1, dans le volume 3, présente une synthèse de la composition des berges et des phénomènes d'érosion dans chacun de ces secteurs.

Plusieurs séries de cartes à diverses échelles ont été produites au moyen du logiciel MapInfo (version 7.0). La cartographie des matériaux de surface, des formes de terrain et de la composition des berges le long de la Romaine et dans les aires d'ennoiement des réservoirs a été réalisée à l'échelle de 1 : 20 000. Des cartes à plus grande échelle (1 : 5 000 et 1 : 10 000) illustrent la géomorphologie des tronçons court-circuités et des secteurs des aménagements projetés.

Les cartes B et C, dans le volume 9, montrent les matériaux de surface présents dans la zone d'étude, la composition des berges de la Romaine, les zones en érosion ainsi que les secteurs les plus sensibles à l'érosion en bordure des réservoirs projetés. Les grandes classes de matériaux de surface y sont représentées par des aplats de couleur. Les limites des zones homogènes et des grands secteurs sont également indiquées. La composition des berges à l'intérieur de chaque zone homogène est représentée en pourcentage au moyen de graphiques circulaires. Les

[1] Images XEOS : images aériennes à haute résolution (30 cm au sol) prises par la firme GENIVAR Groupe Conseil à l'automne 2004. L'ensemble de la portion étudiée de la rivière Romaine ainsi que le cours aval de la rivière de l'Abbé-Huard ont été couverts.

zones d'érosion sont délimitées par des traits noirs longeant les berges des cours d'eau. Les secteurs les plus sensibles à l'érosion en bordure des réservoirs projetés sont indiqués par des traits rouges.

M7.3.4 Caractérisation et analyse des sols indurés

L'étude portant sur les sols indurés dans l'aire d'ennoiement des réservoirs projetés a été réalisée au cours de 2005. Son objectif principal est de mesurer les concentrations en mercure et autres métaux lourds dans ces sols et d'évaluer les risques potentiels de relargage de ces éléments après l'ennoiement ou l'érosion de ces sols.

Seize échantillons de sols ayant une cimentation de type ortstein ou placique ont été prélevés au cours de la campagne de terrain de 2005. Ils ont été pris à la surface des terrasses sableuses ou sablo-graveleuses à l'intérieur des aires d'ennoiement ou à leur périphérie.

Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses en laboratoire afin de déterminer leur contenu en métaux lourds. Ils ont été soumis à deux types d'analyse : une analyse de la concentration totale en métaux et une analyse par lessivage séquentiel. La première analyse permet de mesurer le contenu total en métaux de chaque échantillon de sol. La seconde évalue la distribution de l'adsorption des ions métalliques par les différentes composantes des sols. Le lessivage séquentiel extrait d'abord les ions aisément solubles dans l'eau puis, dans l'ordre, ceux qui sont adsorbés par les particules argileuses, par la matière organique et par les oxydes et hydroxydes de manganèse (Mn) et de fer (Fe). Cette extraction s'apparente à un relargage simulé en laboratoire.

Les résultats des deux types d'analyse ont été examinés puis comparés à l'aide de graphiques. Cette opération a permis, d'une part, de déterminer la concentration des ions métalliques contenus dans les sols indurés et, d'autre part, de déceler le type et la concentration des ions libérés par les composés caractéristiques des sols indurés que sont les oxydes et hydroxydes de fer.

M7.4 Références

Poly-Géo. 2006*a*. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Géomorphologie. Caractérisation de l'évolution des rives et sensibilité à l'érosion*. 3 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 117 p. et ann.

Poly-Géo. 2006*b*. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Caractérisation des sols indurés (ortsteins) et évaluation de leur toxicité potentielle dans les secteurs inondés par les réservoirs projetés*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 22 p. et ann.

M8 Dynamique sédimentaire

- Objectifs
- Zone d’étude
- Méthodes
- Références

M8.1 Objectifs

Le principal objectif de l'étude consiste à dresser un portrait de la dynamique sédimentaire du bassin versant de la rivière Romaine, de façon à évaluer les modifications qui seront engendrées par l'aménagement du complexe de la Romaine. Cette étude intègre et harmonise les résultats obtenus suivant différentes approches :

- estimation des apports sédimentaires potentiels issus de l'érosion (en tenant compte de la géomorphologie des rives et du recul des talus mesuré par photo-interprétation) ;
- mesure de la charge sédimentaire ;
- calcul de la capacité de transport (charge de fond théorique) à trois stations le long de la Romaine ;
- évaluation du transit sédimentaire à l'aide du traçage géochimique en vue d'établir le bilan sédimentaire.

M8.2 Zone d'étude

Les travaux sur les apports sédimentaires et sur leur transport dans la rivière Romaine couvrent environ 12 000 km^2. Cette zone d'étude englobe la moitié est du lac Brûlé, dont la tête est située aux environs du PK 375, ainsi que la majeure partie du bassin versant de la Romaine. Elle est subdivisée en une vingtaine de sous-bassins, dont les plus importants sont, du sud vers le nord, ceux des rivières Puyjalon, Romaine Sud-Est et Bernard, de la rivière de l'Abbé-Huard, de la rivière Garneau, de la Petite rivière Romaine, de la rivière Touladis et de la rivière aux Sauterelles.

Les résultats de ces travaux, résumés dans le présent texte, sont décrits en détail dans l'étude sectorielle suivante :

- Poly-Géo. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude de la dynamique sédimentaire*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 121 p. et ann.

M8.3 Méthodes

M8.3.1 Étude de l'érosion et calcul des apports sédimentaires potentiels

L'évaluation des apports sédimentaires issus de l'érosion dans l'ensemble du bassin versant de la rivière Romaine couvre à la fois les rives en érosion de la rivière (voir le tableau 19-1 dans le volume 2) et celles de ses quatorze principaux tributaires. Il s'agit des cours d'eau qui risquent, par l'importance de leur débit ou de l'érosion qu'ils subissent, de contribuer de façon notable à la charge sédimentaire de la Romaine. Du sud vers le nord, ce sont la rivière Puyjalon, la rivière Romaine Sud-Est, le ruisseau sans dénomination situé aux environs du PK 95, la rivière Bernard,

la rivière de l'Abbé-Huard, le ruisseau Mista, les rivières Garneau, Glapion, Baubert et Jérôme, la Petite rivière Romaine, le ruisseau Katahtauatshupunan, la rivière Touladis et la rivière aux Sauterelles.

Les zones en érosion le long de la Romaine et de ses principaux tributaires ont été délimitées par photo-interprétation, avant d'être précisées par les relevés de terrain de 2004 et de 2005. Pour la rivière Romaine et pour chaque sous-bassin considéré, on a mesuré les longueurs de rives instables à partir des photographies aériennes ou des modèles numériques de terrain. L'estimation de la hauteur moyenne des talus en érosion est basée sur les mêmes sources d'information.

L'estimation de taux de recul moyens jugés représentatifs repose sur les reculs mesurés dans les segments de rivière les plus touchés par l'érosion. Il s'agit des segments de la Romaine compris entre les PK 271 et 138 et entre les PK 23 et 11 de même que du cours aval des rivières Romaine Sud-Est, Bernard, de l'Abbé-Huard et aux Sauterelles. On a comparé des photographies aériennes datant de la période 1968-1972 et des photographies plus récentes (1989-2003), dont l'échelle varie de 1 : 15 000 à 1 : 20 000. Pour les rives plus stables, le recul des talus n'est pas mesurable à l'échelle des photographies aériennes utilisées. On a cependant pu qualifier l'intensité de l'érosion en s'appuyant sur des observations qualitatives faites sur le terrain, à partir des photographies aériennes et des images XEOS. En considérant l'ensemble de ces informations, on a retenu trois classes d'intensité de l'érosion, auxquelles sont associés des taux de recul :

- Érosion forte : recul mesurable sur les photographies aériennes. Taux de recul de 15 à 20 cm/a.
- Érosion moyenne : recul non mesurable sur les photographies aériennes. Les rives sont en érosion continue sur plus de 200 m de longueur et les talus sont en grande partie dénudés. Taux de recul de 1 à 15 cm/a. Un taux moyen de 7 cm/a a été utilisé pour le calcul des volumes.
- Érosion faible : recul non mesurable sur les photographies aériennes. L'érosion se manifeste ponctuellement sur les rives et les talus dénudés sont entrecoupés de touffes de végétation. Taux de recul de l'ordre de 1 cm/a.

La granulométrie des différents types de matériaux a été déterminée à partir des échantillons prélevés dans le cadre d'investigations géotechniques effectuées par Hydro-Québec en 2004 et en 2005. La distribution granulométrique des matériaux composant les rives en érosion permet de préciser les proportions de sédiments fins (silt et argile), de sable et d'éléments grossiers (graviers, cailloux, galets et blocs) livrés au cours d'eau par l'érosion. Le tableau 20-1 donne les volumes estimatifs de sédiments issus de l'érosion des rives de la Romaine.

M8.3.2 Mesure de la charge sédimentaire de la rivière Romaine

M8.3.2.1 Campagnes de terrain

La charge sédimentaire a été mesurée pendant les crues de 2003 ou de 2004 à trois endroits de la rivière Romaine :

- station amont (PK 162,5) en 2004 : 4 km en amont de l'emplacement du barrage de la Romaine-3 ;
- station médiane (PK 53) en 2003 : légèrement en amont de l'emplacement du barrage de la Romaine-1 ;
- station aval (PK 3,8) en 2003 et en 2004 : près de l'embouchure de la Romaine.

Le tableau M8-1 décrit les campagnes d'échantillonnage de la charge sédimentaire de la Romaine menées en 2003 et en 2004.

La campagne d'échantillonnage de 2003 s'est déroulée de manière quasi quotidienne du 17 mai au 9 juin. Les deux stations échantillonnées (PK 3,8 et 53,5) ont alors été visitées à 14 reprises (28 visites au total). En 2004, l'échantillonnage a eu lieu entre le 23 avril et le 20 juin. À la station aval (PK 3,8), l'ensemble de la période de crue a été couverte (28 visites), soit la montée, le pic (vers le 6 mai) et le débit de pointe (le 23 mai). La station amont (PK 162,5) n'a été visitée qu'à neuf reprises en raison de la fonte tardive des glaces et des difficultés d'accès par hélicoptère.

La méthode d'échantillonnage était la même en 2003 et en 2004. Typiquement, trois échantillons de matières en suspension (rive gauche, centre de la rivière et rive droite) ainsi que dix échantillons (comprenant quatre réplicats) de charge de fond étaient prélevés à chaque visite et à chaque station de mesure.

Il a été possible d'échantillonner l'ensemble de la colonne d'eau pour caractériser la charge en suspension de la rivière Romaine. On a employé deux échantillonneurs intégrateurs de profondeur de volumes différents (1 l et 8 l) pour couvrir la plage de profondeurs et de vitesses d'écoulement rencontrées. Les échantillons d'eau ont ensuite été traités en laboratoire. La principale contrainte de cette méthode tient au fait qu'une partie des échantillons prélevés dans la colonne d'eau peut inclure, en plus des particules fines en suspension, une certaine quantité de sable fin et moyen qui transite par suspension et saltation.

Un échantillonneur Helley-Smith a servi à la collecte des sédiments de la charge de fond, le long de verticales multiples à largeur égale. Quatre échantillons ont été recueillis à chaque verticale, après un temps de collecte équivalent pour les quatre échantillons, mais qui pouvait être différent (de 60 à 240 s) d'une verticale à l'autre en fonction de la quantité de sédiments transportée. Les échantillons ont été séchés

et pesés en laboratoire. Un contrôle de terrain a permis d'isoler deux variables influant sur la représentativité des résultats de 2004 : le temps d'échantillonnage et l'emplacement de l'échantillonneur sur le fond.

Tableau M8-1 : Méthode de mesure de la charge sédimentaire de la Romaine – 2003 et 2004

	Charge en suspension	Charge de fond
Échantillonneur	Intégrateurs de profondeur (1 l et 8 l)	Helley-Smith
Emplacement des stations	PK 3,8 et 53,5 (2003) PK 3,8 et 162,5 (2004)	PK 3,8 et 53,5 (2003) PK 3,8 et 162,5 (2004)
Période d'échantillonnage	17 mai au 9 juin 2003 23 avril au 20 juin 2004	17 mai au 9 juin 2003 23 avril au 20 juin 2004
Nombre de visites	28 en 2003 37 en 2004 (28 au PK 3,8 et 9 au PK 162,5)	
Nombres d'échantillons	3 par visite	10 par visite
Traitement en laboratoire	Eau filtrée (pores de 1 µm de diamètre) et filtre pesé	Échantillons et sous-échantillons combinés, séchés et pesés
Biais possible	Présence de particules fines en suspension et d'une quantité indéterminée de particules sableuses en saltation (à 30 cm du fond)	Temps d'échantillonnage Position de l'échantillonneur

M8.3.2.2 Calcul de la charge de fond et de la charge en suspension

On a évalué la charge sédimentaire journalière de la rivière Romaine à partir de la charge solide en suspension et de la charge de fond. Le calcul de la charge solide en suspension fait appel à la série d'équations suivantes :

$$[MES]_{Vi} = \frac{M_{f_{Vi}}}{Vol_{Vi}}$$

$$\overline{[MES]} = \frac{[MES]_{Vi} + .. + [MES]_n}{n}$$

$$Q_s = \overline{[MES]} \times Q \times K_s$$

$$K_s = (86\,400 \frac{s}{j}) \times \frac{1\,tonne}{1 \times 10^9\,mg} \times \frac{1\,m^3}{1\,000\,L}$$

Équation M8-1

où :

$[MES]_{Vi}$ est la concentration des matières en suspension (MES) à la verticale V_i (mg/l) ;

$M_{f_{Vi}}$ est la masse filtrée au laboratoire de terrain (mg) ;

Vol_{Vi} est le volume d'échantillon filtré au laboratoire de terrain (l) ;

$\overline{[MES]}$ est la concentration moyenne de MES sur une section transversale ;

Q_s est la charge solide en suspension journalière ;

Q est le débit mesuré à la station la plus proche de la section d'échantillonnage (m^3/s) ;

K_s est le facteur pour convertir la charge solide en suspension (t/j).

Quant à la charge solide de fond, le calcul s'appuie sur les équations suivantes :

$$R_{Vi} = \frac{K_c \times M_{Vi}}{t_{Vi}}$$

$$K_c = \left(86\,400\,\frac{s}{j}\right) \times \frac{1\,tonne}{1 \times 10^6\,g} \times \frac{1\,m}{N_w}$$

$$Q_c = \sum_{V_i=1}^{n} \left(R_{Vi} \times L_i\right)$$

Équation M8-2

où :

R_{Vi} est le taux de charriage journalier, mesuré par l'échantillonneur, à la verticale V_i (t/j/m) ;

M_{Vi} est la masse de l'échantillon prélevé à la verticale V_i (g) ;

t_{Vi} est le temps d'échantillonnage à chaque verticale V_i (s) ;

K_c est le facteur pour convertir le taux de charriage de grammes par seconde par mètre en tonnes par jour par mètre ; K est obtenu à l'aide de l'équation servant au calcul de la charge solide en suspension ;

N_w est la largeur de l'ouverture de l'échantillonneur Helley-Smith (0,142 m) ;

Q_c est la charge solide de fond journalière (t/j) ;

L_i est la largeur entre chaque verticale (m).

On obtient la charge solide en suspension en multipliant la concentration moyenne de MES par le débit moyen journalier. La charge solide de fond résulte de la sommation des taux journaliers.

Le tableau 20-2 présente la charge sédimentaire annuelle (charge de fond et charge en suspension) calculée aux trois stations de la Romaine.

M8.3.3 Calcul de la charge de fond théorique

On a calculé les charges théoriques potentiellement transportées par la Romaine à partir des caractéristiques hydrauliques relevées à proximité des stations de mesure de la charge de fond, qui sont situées au PK 166, au PK 53,99 et au PK 3,2.

Ce calcul permet de vérifier si la rivière Romaine, aux points de mesure de la charge de fond, transporte des quantités de sédiments équivalentes à son potentiel de transport.

Le calcul de la charge totale de fond repose sur l'équation suivante (Van Rijn, 1989) :

$$q_{bc} = 0,053\left[(s-1)g\right]^{0,5} d_{50}{}^{1,5} D_*^{-0,3} T^{2,1}$$

Équation M8-3

où :

q_{bc} est la charge de fond par mètre de largeur de rivière (m^2/s) ;

D_* est le diamètre sédimentologique ;

T est la contrainte de cisaillement ;

d_{50} est le diamètre médian des particules constituant le lit de la rivière (m).

Le calcul de la charge de fond a été réalisé pour des débits variant de 600 à 1 000 m^3/s pour les stations les plus en amont et pour des débits de 600 à 1 800 m^3/s pour les stations aval. La contrainte de cisaillement dépend de la profondeur moyenne de la rivière (rayon hydraulique) et de sa pente d'écoulement. Les valeurs de contrainte de cisaillement utilisées pour les calculs proviennent des résultats du modèle hydraulique à l'emplacement des stations. Ce modèle hydraulique et ses données de base sont présentés plus en détail dans la méthode 4.

M8.3.4 Traçage géochimique et évaluation du transit sédimentaire de la Romaine

La caractérisation géochimique des sédiments du lit de la Romaine et de ses principaux tributaires permet de mieux comprendre les modalités du transit sédimentaire dans le bassin versant de la Romaine. On a prélevé 93 échantillons entre le PK 370 et l'embouchure de la Romaine de même que sur ses tributaires. Les échantillons ont été prélevés pendant la période d'étiage, au cours des campagnes de terrain de 2004 et de 2005. Les matériaux recueillis sont des sables provenant de dunes hydrauliques exondées. Les analyses en laboratoire ont consisté à séparer par densimétrie les minéraux lourds des minéraux légers et d'établir la composition chimique de ces deux fractions. Un total de 55 éléments ont été analysés pour chacune de ces classes densimétriques.

On a effectué des analyses statistiques multivariées pour tenir compte des nombreuses données. Dans un premier temps, une analyse en composantes principales a permis de retenir les éléments statistiquement significatifs et de créer des groupes d'échantillons possédant des similitudes de composition. On a constaté à cette étape que les compositions géochimiques des échantillons avaient une distribution géographique non aléatoire ; ces compositions devraient donc se refléter dans le transit des sédiments le long de la Romaine. Dans un second temps, le calcul

des distances de composition a porté sur les échantillons consécutifs sur le cours de la rivière. On visait à identifier la continuité ou la fragmentation de la composition de la charge de fond. Les paramètres de cette analyse sont la composition géochimique des minéraux lourds et des minéraux légers. Les discontinuités enregistrées dans la composition géochimique des sédiments du lit sont indiquées sur le profil longitudinal de la rivière Romaine (voir la figure 20-1).

M8.4 Références

Poly-Géo. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude de la dynamique sédimentaire.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 121 p. et ann.

Van Rijn, L.C. 1989. *Handbook : Sediment Transport by currents and waves.* Rapport nº H461. Delft (Pays-Bas), Delft Hydraulics.

M9 Qualité de l’eau

- Conditions actuelles
- Prévision des impacts
- Références

M9.1 Conditions actuelles

Le présent texte résume les méthodes utilisées pour caractériser la qualité de l'eau de la rivière Romaine. Ces méthodes sont décrites en détail dans les deux documents suivants :

- Belles-Isles, M., I. Simard et D. Dussault. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Qualité de l'eau. Rapport sectoriel.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 33 p. et ann.
- Environnement Illimité. 2002. *Caractérisation physico-chimique de la qualité de l'eau dans la rivière Romaine (été-automne 2001).* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Environnement Illimité. 31 p. et ann.

M9.1.1 Stations d'échantillonnage

Quatre stations ont été sélectionnées pour l'échantillonnage de la qualité de l'eau (voir le tableau M9-1). La carte montrant l'emplacement des stations est présentée dans l'étude sectorielle de Belles-Isles et coll. (2005). La station RM019, représentative du secteur amont de la rivière, est située à l'intérieur des limites du réservoir de la Romaine 4 projeté ; les échantillons qu'on y prélève sont représentatifs de l'eau qui remplira les quatre réservoirs. La station RM053 est située au PK 53 de la rivière et est représentative du secteur du réservoir de la Romaine 1. La station RM017 est située près de l'embouchure de la rivière et, à cet endroit, la composition des eaux est influencée par les apports de tout le bassin versant ; elle est représentative des eaux déversées dans le milieu marin. La station RM022 est située dans le lac du Vingt-Deuxième Mille et est utilisée comme station témoin. Ce lac abrite les principales espèces de poissons présentes dans la rivière Romaine entre le PK 2 et le bassin des Murailles (PK 81,8).

Tableau M9-1 : Emplacement des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Station	Secteur	Description	Latitude [a]	Longitude [a]
RM017	Rivière Romaine aval (PK 3,8), en amont du pont de la route 138 et de l'estuaire	Représentative des apports de tout le bassin versant et des eaux déversées dans le milieu marin	50° 19′ 07,2″ N	63° 45′ 42,6″ O
RM053	Rivière Romaine intermédiaire (PK 53)	Représentative du secteur du réservoir de la Romaine 1	50° 23′ 19,9″ N	63° 14′ 56,9″ O
RM019	Rivière Romaine amont (PK 270) [b]	Représentative des eaux de remplissage de tous les réservoirs	51° 49′ 28,2″ N	63° 42′ 47,4″ O
RM022	Lac du Vingt-Deuxième Mille	Station témoin	50° 33′ 48,6″ N	63° 04′ 39,6″ O

a. Système de référence géodésique NAD83.
b. En 2000, la station était située au PK 263.

M9.1.2 Campagne d'échantillonnage

La qualité de l'eau de la rivière Romaine (stations RM017 et RM019) et du lac témoin (RM022) a été évaluée dans le cadre de quatre campagnes d'échantillonnage menées en 2004 et en 2005 afin de tenir compte de la variabilité saisonnière des caractéristiques de l'eau. À ces campagnes s'ajoute une campagne menée au cours de l'hiver 2000, et deux autres effectuées durant l'été et l'automne 2001. Il est à noter que seules les stations RM017 et RM019 ont été échantillonnées en 2000 et que seules les stations RM017, RM022 et RM053 ont été visitées en 2001 (voir le tableau M9-2).

Tableau M9-2 : Calendrier d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Période	Station	Saison	Date	Débit [a] (m/s)
1	RM017, RM019	Hiver	21 mars 2000	60
2	RM017, RM022, RM053,	Été	12 août 2001	200
3	RM017, RM022, RM053	Automne	24 octobre 2001	410
4	RM017, RM019, RM022	Printemps	6 juin 2004	1 320
5	RM017, RM019, RM022	Été	23 et 24 août 2004	205
6	RM017, RM019, RM022	Automne	19 octobre 2004	403
7	RM017, RM019, RM022	Hiver	30 mars 2005	80

a. Station de mesure des débits d'Hydro-Québec nº 073801 située au pont de la voie ferrée de QIT Fer et Titane (PK 16).

M9.1.3 Variables mesurées et méthode d'échantillonnage

Le tableau M9-3 présente l'ensemble des mesures *in situ* et des analyses en laboratoire effectuées lors des campagnes d'échantillonnage. Les échantillons ont été prélevés et les variables ont été analysées conformément aux exigences du *Guide méthodologique des relevés de qualité de l'eau* (SOMER, 1992). Les variables mesurées correspondent au groupe « régulier » défini par SOMER. Cet ensemble de variables permet de décrire les principales composantes physicochimiques des plans d'eau, soit l'oxygène dissous, le pH, les minéraux, les éléments nutritifs et certains éléments à l'état de traces. Il permet ainsi d'établir la qualité de l'eau du point de vue des exigences des organismes aquatiques et de la productivité du milieu dans des cours d'eau dont le bassin est peu ou pas influencé par les activités humaines.

Tableau M9-3 : Types d'échantillons prélevés et variables physicochimiques analysées pour déterminer la qualité de l'eau

Variable	Profil [a]	Échantillon intégré [b]	Échantillon de fond
Mesures ***in situ***			
Transparence (m)	X [c]		
Température (°C)	X		
Oxygène dissous (mg/l)	X		
Saturation en oxygène dissous (%)	X		
pH	X [d]		
Conductivité (µS/cm)	X		
Analyses au laboratoire de terrain			
Oxygène dissous (mg/l)		X [e]	X
Saturation en oxygène dissous (%)		X	X
pH		X [e]	X
Conductivité (µS/cm)		X	X
Alcalinité totale (mg/l)		X	X
Bicarbonates (mg/l)		X	X
Carbone inorganique total (mg/l)		X	X
Analyses au laboratoire de chimie			
Couleur vraie (UCV)		X	X
Turbidité (UTN)		X	X
Matières en suspension (mg/l)		X	
Carbone organique dissous (mg/l)		X	X
Carbone organique total (mg/l)		X	X
Silice réactive (mg/l)		X	X
Chlorures (mg/l)		X	X
Phosphore hydrolysable (mg/l)		X	X
Orthophosphates (mg/l)		X	X
Phosphore total (mg/l)		X	X
Sulfates (mg/l)		X	X
Nitrates et nitrites (mg/l)		X	
Azote ammoniacal (mg/l)		X	
Azote total Kjeldahl (mg/l)		X	X
Sélénium (mg/l)		X	X
Calcium (mg/l)		X	X
Fer (mg/l)		X	X
Magnésium (mg/l)		X	X
Manganèse (mg/l)		X	X
Potassium (mg/l)		X	X
Sodium (mg/l)		X	X
Chlorophylle *a* (µg/l)		X	
Phéopigments (µg/l)		X	
Tanins et lignines (mg/l)		X	X

a. Mesures ponctuelles à 1 m au-dessus du fond aux stations peu profondes en rivière qui ne permettent pas l'établissement d'un profil.

b. Échantillon prélevé entre 1 m au-dessus du fond et la surface pour les stations en rivière.

c. Mesure prise depuis la surface au même endroit que le profil.

d. Mesure de validation effectuée à l'aide d'un pH-mètre portatif.

e. Des échantillons de surface sont également prélevés pour valider le pH et l'oxygène dissous au laboratoire de terrain.

M9.1.4 Contrôle de qualité

Toutes les données recueillies ont fait l'objet d'un programme d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité, décrit par SOMER (1994).

Les contrôles de qualité effectués à chaque campagne comprenaient :

- l'analyse d'environ 10 % des échantillons en triple afin de vérifier la précision des mesures ;
- l'analyse d'environ 10 % des échantillons en double à l'insu du laboratoire afin de vérifier la justesse des mesures ;
- l'étalonnage du pH-mètre de terrain avec des solutions tampons ;
- la vérification de la précision du conductivimètre de terrain avec des solutions standards de conductivité fantômes ;
- l'introduction d'échantillons d'eau stabilisés avec les acides d'usage parmi les échantillons d'eau à analyser ; cette procédure permet de vérifier si les réactifs sont contaminés.

L'évaluation de la performance analytique du laboratoire a aussi porté sur les limites de détection, la réplicabilité, la répétabilité et la justesse. En ce qui a trait à la réplicabilité, la plupart des coefficients de variation étaient faibles. Les plus grands coefficients de variation ont été observés pour les variables dont les valeurs sont proches de la limite de détection. Ces coefficients sont, par conséquent, fortement influencés par les résultats inférieurs à cette limite de détection. Ils sont donc jugés acceptables. Pour ce qui est de la répétabilité, la plupart des coefficients de variation moyens ont été inférieurs à 15 %. Enfin, en ce qui touche la justesse, qui s'exprime comme l'étroitesse de l'écart entre la valeur attendue et la moyenne des valeurs mesurées, les résultats sont généralement à moins d'un écart type des valeurs attendues.

M9.2 Prévision des impacts

La méthode utilisée pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau à court terme à la suite de l'aménagement du complexe de la Romaine est fondée sur les enseignements du Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Les résultats du suivi de la qualité de l'eau de ce complexe représentent une série unique en son genre, tant par la fréquence et la durée de l'échantillonnage que par la distribution régionale étendue des stations, qui a permis de préciser les principales modifications de la qualité de l'eau causées par les aménagements et les mécanismes responsables (Schetagne et coll., 2005).

M9.2.1 Réservoirs

Les principaux mécanismes de modification de la qualité de l'eau à la suite de la création de réservoirs en milieu nordique sont les suivants :

- Le **lessivage des sols ennoyés** ou la simple mise en solution dans la colonne d'eau des composés directement solubles des sols ennoyés. Ce mécanisme semble jouer un rôle important dans l'augmentation des teneurs en phosphore total et la diminution du pH observées immédiatement au début de la mise en eau, lorsque les mécanismes de décomposition ne sont que peu amorcés.
- La **décomposition de la matière organique submergée**. L'oxydation de cette matière par des processus chimiques ou biologiques induit une consommation en oxygène dissous ainsi qu'une libération de CO_2, d'ions (surtout en profondeur) et d'éléments nutritifs. La libération de CO_2 dans des eaux au très faible pouvoir tampon entraîne une légère acidification de celles-ci.
- L'**augmentation de la biomasse phytoplanctonique** en réponse à la hausse des éléments nutritifs, particulièrement du phosphore. Cette augmentation phytoplanctonique peut se traduire par une hausse de l'utilisation de la silice qui pourrait devenir limitante à certaines périodes. Cet enrichissement phytoplanctonique n'est généralement observé qu'à la troisième année suivant le début de la mise en eau. Cette latence, malgré une hausse rapide des concentrations de phosphore total, s'explique peut-être par une augmentation plus tardive des formes de phosphore directement assimilables par les organismes phytoplanctoniques (Schetagne, 1981).
- Le **mélange d'eaux de qualités différentes** ou le remplacement graduel des eaux des lacs initiaux par celles des principales rivières responsables de la mise en eau. Ce mécanisme peut, dans certains cas, jouer un rôle majeur et causer des effets supérieurs à ceux qu'entraîne la décomposition des matières organiques (Schetagne et coll., 2005).

Dans le cas du complexe de la Romaine, le mélange d'eaux de qualités différentes n'entrera pas en jeu, car les lacs initiaux ont un volume négligeable (bien inférieur à 1 %) par rapport au volume annuel de la rivière, qui apportera la majeure partie des eaux de remplissage des réservoirs. De plus, le peu de variations observées dans les propriétés physicochimiques de la Romaine en conditions actuelles, de l'amont vers l'aval de la zone d'étude, indique que les principaux tributaires présentent des caractéristiques similaires.

M9.2.1.1 Indices de modification de la qualité de l'eau

Le suivi du complexe La Grande a permis de discerner les variables de la qualité de l'eau les plus pertinentes par rapport aux perturbations physiques liées aux aménagements hydroélectriques et par rapport à la production biologique des milieux modifiés. Des 26 variables mesurées de façon exhaustive au complexe La Grande, 9 ont été retenues pour représenter convenablement l'évolution de la qualité des

eaux des milieux touchés par le projet du complexe de la Romaine, soit la température, la turbidité, la couleur vraie, l'azote total Kjeldahl, le carbone organique total, l'oxygène dissous, le pH, le phosphore total et la chlorophylle *a*.

La prévision de la température de l'eau fait l'objet du chapitre 17. La turbidité est également traitée de manière qualitative ou quantitative selon la nature des matériaux de surface et le potentiel d'érosion (voir le chapitre 20). On a utilisé le modèle HQEAU pour simuler l'évolution du phosphore total et du méthylmercure après la mise en eau des quatre réservoirs projetés. Les caractéristiques de ce logiciel ainsi que les données et les hypothèses de simulation retenues sont décrites en détail dans la méthode 12, dans le volume 9. Pour les sept autres variables retenues, on s'est servi d'indices de modification de la qualité de l'eau établis à partir des enseignements du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2006).

La logique qui sous-tend le développement des indices de modification de la qualité de l'eau s'appuie sur le fait que les mêmes modifications physiques (ennoiement de sols forestiers et réduction ou augmentation de débit), qui ont eu des répercussions sur certaines variables physicochimiques du réservoir Robert-Bourassa, produiront des effets semblables dans les milieux modifiés par le projet du complexe de la Romaine. L'ampleur des modifications dépendra alors des caractéristiques propres des réservoirs projetés, comme les matières organiques décomposables ennoyées, le volume d'eau au niveau d'exploitation maximal, le temps de renouvellement des eaux et les caractéristiques physicochimiques initiales.

Les indices indiquent l'ampleur des modifications attendues des variables spécifiques de la qualité de l'eau, comme l'oxygène dissous et le pH. On a mis en relation les valeurs de ces indices calculées pour le réservoir Robert-Bourassa avec les modifications qui y ont été mesurées après sa mise en eau. Ces mêmes indices, calculés pour les nouveaux réservoirs, permettent de prévoir la modification des variables grâce à l'équation suivante :

$$MV_{Pr} = \frac{MV_{RB} \times I_{Pr}}{I_{RB}}$$

Équation M9-1

où :

MV_{Pr} est la modification de la variable prévue dans le milieu projeté.

MV_{RB} est la modification de la variable mesurée dans le réservoir Robert-Bourassa.

I_{Pr} est l'indice calculé pour le milieu projeté.

I_{RB} est l'indice calculé pour le réservoir Robert-Bourassa.

De tels indices s'appliquent aux principales variables de la qualité de l'eau qui sont modifiées par la création des réservoirs. Chaque indice fait intervenir des caractéristiques physiques et chimiques différentes. L'utilisation de ces indices a permis de bien prévoir les modifications de la qualité de l'eau des réservoirs de la phase II du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2005).

Les prévisions calculées à l'aide des indices de modification décrits ci-après correspondent aux modifications maximales susceptibles d'être observées à court terme, c'est-à-dire de deux à cinq ans après la mise en eau pour la majorité des variables. Elles correspondent aux modifications moyennes prévues pour l'ensemble du plan d'eau projeté. Il est évident que les modifications varieront d'un secteur à l'autre du plan d'eau, selon les caractéristiques locales du milieu. Elles seront maximales aux endroits peu profonds, où la superficie terrestre ennoyée est grande, le volume d'eau, petit et le temps de séjour des eaux, long.

Indice de diminution de l'oxygène dissous

La décomposition de la matière organique ennoyée induit une consommation d'oxygène dissous. L'indice utilisé pour évaluer l'ordre de grandeur de la diminution de l'oxygène dissous fait intervenir les principaux facteurs reconnus pour jouer un rôle dans l'évolution de l'oxygène dissous en réservoir :

- superficie terrestre ennoyée ;
- quantité estimée de matières organiques décomposables par mètre carré de terre ennoyée ;
- volume d'eau du réservoir ;
- temps de renouvellement moyen hivernal des eaux.

Les deux premiers facteurs traduisent la quantité de matières organiques disponibles pour la décomposition, alors que les deux suivants renvoient à la quantité d'oxygène dissous présente dans le réservoir (Schetagne, 1994). Cet indice se calcule à l'aide de la relation suivante :

$$I_{O_2} = \frac{\left(Q_{org} \times S_{TE}\right)}{V_t} \times T_{SH} \times 10^{-2}$$

Équation M9-2

où :

I_{O2} est l'indice de diminution de l'oxygène dissous.

Q_{org} est la quantité de matières organiques décomposables (kg C labile/m^2).

S_{TE} est la superficie terrestre ennoyée (km^2).

V_T est le volume d'eau total (km^3).

T_{SH} est le temps de séjour hivernal (mois).

La superficie terrestre ennoyée ainsi que le volume et le temps de renouvellement des eaux correspondent au niveau moyen des eaux durant l'hiver (période sous couverture de glace) en période d'exploitation des aménagements considérés. L'évaluation de la quantité de matières organiques décomposables provient de mesures de phytomasse (biomasse végétale) prises dans les différents groupements végétaux de régions situées entre 47° (région du Haut-Saint-Maurice) et 55° de latitude nord (région de la Grande rivière de la Baleine), ainsi que le présente l'Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants (1992 et 1993). Pour la région de la Romaine, les groupements végétaux recensés correspondent le mieux à ceux de la région de l'Eastmain et des rivières Nottaway, Broadback et Rupert, où la phytomasse a été mesurée.

Pour chaque groupement végétal, on a mesuré la phytomasse associée à toutes les composantes des strates arborescente et arbustive ainsi que de la strate du couvre-sol (y compris la végétation herbacée, les mousses, les lichens et les horizons L, F et H des sols). Les composantes labiles, c'est-à-dire facilement décomposables, considérées pour la strate arborescente et la strate arbustive sont les feuilles caduques et les aiguilles de conifères. Pour le couvre-sol, on a retenu l'horizon L des sols, qui inclut les lichens, les sphaignes, les mousses hypnacées et les plantes herbacées. Ces compartiments de végétation 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 liée à la décomposition au réservoir Robert-Bourassa (Thérien, 1991 ; Schetagne, 1989). De plus, la partie ligneuse des arbres et des arbustes se décompose très lentement (Van Coillie et coll., 1983).

Les tableaux M9-4 et M9-5 présentent, pour les réservoirs projetés sur la Romaine, la superficie relative des groupements végétaux et la quantité de carbone labile globale utilisée dans le calcul des indices de modification de la qualité de l'eau.

Tableau M9-4 : Proportion des groupements végétaux dans les aires d'ennoiement des réservoirs projetés

Groupement végétal	Proportion (%) selon le réservoir			
	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Résineux denses	3,2	46,9	44,2	25,3
Résineux ouverts	10,1	7,5	15,2	39,8
Mélangés et feuillus	52,1	25,3	7,6	4,2
Régénération	5,2	1,2	0,6	2,7
En voie de régénération	1,5	12,2	27,8	16,3
Aulnaie	15,9	5,3	3,9	8,2
Dénudé humide	12,0	1,6	0,7	3,5
Total	100	100	100	100

Tableau M9-5 : Quantité de carbone labile dans les aires d'ennoiement des réservoirs projetés

Matière ennoyée	Quantité de carbone labile (g/m²) selon le réservoir			
	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Feuilles des arbres	30	130	130	110
Feuilles des arbustes	20	20	20	20
Horizon L des sols	330	530	620	620
Total	380	680	770	750

En ce qui concerne l'indice de diminution de l'oxygène dissous, on retient le temps de renouvellement moyen hivernal des eaux, et non le temps moyen annuel, pour deux raisons :

- La diminution de l'oxygène dissous est maximale en présence d'une couverture de glace, les apports en oxygène de l'atmosphère étant alors inhibés.
- Les relevés effectués dans les réservoirs du complexe La Grande montrent que les périodes de retournement automnal et printanier sont très efficaces pour oxygéner même les zones profondes.

Prévisions fondées sur l'indice de diminution de l'oxygène dissous

Le calcul de cet indice permet une prévision de la proportion du volume total du milieu aménagé présentant, à la fin de la période de glace, un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 %. Cette prévision facilite 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 plupart de ces organismes (Schetagne et coll., 2005).

On obtient ainsi le pourcentage du volume du milieu aménagé présentant un taux de saturation inférieur à 50 % :

$$PV_{50} = \frac{V_{50RB}}{I_{RB}} \times I_{Pr}$$

Équation M9-3

où :

PV_{50} est la proportion ou le pourcentage du volume du milieu projeté présentant un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 %.

V_{50RB} est la proportion mesurée du volume du réservoir Robert-Bourassa présentant un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 %.

I_{RB} est l'indice de diminution de l'oxygène dissous du réservoir Robert-Bourassa.

I_{Pr} est l'indice de diminution de l'oxygène dissous du milieu projeté.

La proportion du volume déficient en oxygène du réservoir Robert-Bourassa est issue de la courbe d'emmagasinement de ce réservoir ainsi que des mesures effectuées aux stations représentatives de ce réservoir où le taux de saturation diminuait sous le seuil de 50 % à la fin de l'hiver.

Cet indice permet également de prédire les diminutions maximales, en période avec (hiver) et sans (été) couverture de glace, du taux moyen de saturation en oxygène dissous de la zone photique du réservoir, soit la zone comprise entre la surface et 10 m de profondeur où se produit l'essentiel de la production biologique. Ces diminutions se calculent comme suit :

$$DM_{Pr} = \frac{D_{RB}}{I_{RB}} \times I_{Pr}$$

Équation M9-4

où :

DM_{Pr} est la diminution maximale dans le milieu projeté.

D_{RB} est la diminution mesurée dans le réservoir Robert-Bourassa.

I_{RB} est l'indice de diminution de l'oxygène dissous du réservoir Robert-Bourassa.

I_{Pr} l'indice de diminution de l'oxygène dissous du milieu projeté.

Le tableau M9-6 montre les données utilisées et les valeurs de l'indice de diminution de l'oxygène dissous obtenues pour la période d'exploitation du complexe. Le tableau M9-7 montre les mêmes résultats, mais pour la période d'exploitation transitoire, qui correspond aux périodes de remplissage des réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 4, pendant lesquelles le débit parvenant aux réservoirs situés en aval est réduit.

Indice de diminution du pH

Le lessivage des sols ennoyés a 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 encore que peu amorcés. La diminution du pH est ensuite accentuée par la libération de CO_2 provenant de la décomposition des matières organiques ennoyées.

Tableau M9-6 : Diminution de l'oxygène dissous dans les réservoirs projetés – Période d'exploitation du complexe

Caractéristique	Réservoir				
	Robert-Bourassa	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Quantité de matières organiques décomposables (kg C labile /m^2)	0,5	0,4	0,7	0,8	0,75
Superficie terrestre ennoyée hivernale (km^2)	2 414	6	71	29	83
Volume d'eau moyen hivernal (km^3)	54	0,15	3,7	1,7	1,7
Temps de séjour hivernal [a] (mois)	6,0	0,9	5,0	5,1	5,3
Indice de diminution de l'oxygène dissous	1,3	0,1	0,7	0,7	1,9
Proportion du volume présentant un taux de saturation inférieur à 50 %	18	2	9	10	27
Diminution maximale du taux moyen de saturation en oxygène dissous (%) :					
• été	19	2	10	10	28
• hiver	17	2	9	9	25

a. Le temps de séjour maximal hivernal correspond à la durée de la couverture de glace, étant donné que le retournement printanier réoxygène les eaux en profondeur.

Tableau M9-7 : Diminution de l'oxygène dissous dans les réservoirs projetés – Période d'exploitation transitoire

Caractéristique	Réservoir				
	Robert-Bourassa	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Quantité de matières organiques décomposables (kg C labile /m^2)	0,5	0,4	0,7	0,8	0,75
Superficie terrestre ennoyée hivernale (km^2)	2 414	6	59	27	83
Volume d'eau moyen hivernal (km^3)	54	0,15	2,7	1,4	1,7
Temps de séjour hivernal [a] (mois)	6,0	0,8	5,0	5,1	5,3
Indice de diminution de l'oxygène dissous	1,3	0,1	0,8	0,8	1,9
Proportion du volume présentant un taux de saturation inférieur à 50 %	18	1,8	11	11	27
Diminution maximale du taux moyen de saturation en oxygène dissous (%) :					
• été	19	2	11	12	28
• hiver	17	2	10	10	25

a. Le temps de séjour maximal hivernal correspond à la durée de la couverture de glace, étant donné que le retournement printanier réoxygène les eaux en profondeur.

La prévision des valeurs de pH se fait à l'aide de l'indice de diminution du pH, qui tient compte du lessivage des sols ennoyés et de l'intensité de leur décomposition. Il correspond à la moyenne arithmétique de l'indice de la diminution de l'oxygène dissous et d'un nouvel indice qui vise à exprimer le lessivage des sols acides de la région :

$$I_{pH} = \frac{I_L + I_{O_2}}{2}$$

Équation M9-5

où :

I_{pH} est l'indice de diminution du pH.

I_{O2} est l'indice de diminution de l'oxygène dissous (voir l'équation M9-2).

I_L est l'indice de lessivage des sols ennoyés.

Le calcul de l'indice du lessivage des sols fait intervenir la superficie terrestre ennoyée, le volume d'eau total et le temps de séjour moyen annuel des eaux. On l'obtient à l'aide de l'équation suivante :

$$I_L = \frac{S_{TE}}{V_T} \times T_{Sr} \times 10^{-2}$$

Équation M9-6

où :

I_L est l'indice de lessivage des sols ennoyés.

S_{TE} est la superficie terrestre ennoyée.

V_T est le volume d'eau total.

T_{Sr} est le temps de séjour des eaux.

Cet indice permet de prédire la diminution maximale du pH susceptible d'être observée en période d'eau libre dans la zone photique du réservoir projeté. Cette prédiction tient également compte de la susceptibilité des eaux à l'acidification ou, à l'inverse, de leur pouvoir tampon, tel que l'indique la mesure de l'alcalinité exprimée en µéq/l. Un niveau d'alcalinité supérieur à celui de la région du réservoir Robert-Bourassa aura pour effet de réduire et même d'empêcher la diminution du pH (Schetagne et coll., 2005).

Le tableau M9-8 montre les données utilisées et les valeurs de l'indice de diminution du pH obtenues pour les réservoirs projetés. Puisque le calcul de l'indice de lessivage des sols repose sur les valeurs moyennes annuelles et que les réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 4 sont remplis en automne et en hiver, la période d'exploitation transitoire produit des valeurs très semblables à celles de la période d'exploitation des quatre centrales.

Tableau M9-8 : Modification du pH dans les réservoirs projetés

Caractéristique	Réservoir				
	Robert-Bourassa	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Superficie terrestre ennoyée (km^2)	2 639	7	71	31	111
Volume d'eau total (km^3)	62,4	0,15	3,7	1,9	2,7
Temps de séjour des eaux (mois)	13,9	0,20	5,2	3,2	5,6
Indice de lessivage des sols	5,9	0,1	1,0	0,5	2,3
Indice de diminution de l'oxygène dissous [a]	1,3	0,1	0,7	0,7	1,9
Indice de diminution du pH	3,6	0,1	0,8	0,6	2,1
Pouvoir tampon (alcalinité) (µéq/l)	66 (faible)	64 (faible)	64 (faible)	64 (faible)	64 (faible)
Diminution du pH	0,5 [b]	0,0	0,1	0,1	0,3

a. L'indice de diminution de l'oxygène dissous est obtenu à l'aide de l'équation M9-2.

b. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.

Indice de modification des matières organiques

Le suivi de la qualité de l'eau au complexe La Grande montre que la décomposition des matières organiques ennoyées entraîne, à certaines stations où l'intensité de la décomposition est particulièrement forte, une augmentation de la couleur et d'autres variables décrivant le contenu en matières organiques (Schetagne et coll., 2005).

Le calcul de l'indice de modification des matières organiques fait intervenir les mêmes caractéristiques physiques que l'indice de diminution de l'oxygène dissous, mais il est calculé avec les valeurs moyennes annuelles plutôt qu'avec les valeurs de la période hivernale (voir l'équation M9-2). Cet indice permet de prédire les modifications maximales de la couleur vraie, du carbone organique total et de l'azote total Kjeldahl susceptibles d'être observées en période d'eau libre dans la zone photique du réservoir projeté. Le tableau M9-9 montre les données utilisées et les valeurs de l'indice de modification des matières organiques pour les réservoirs de la Romaine. Puisque l'indice de modification des matières organiques se calcule avec les valeurs moyennes annuelles et que les réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 4 sont remplis en automne et en hiver, la période d'exploitation transitoire produit des valeurs très semblables à celles de la période d'exploitation des quatre centrales.

Tableau M9-9 : Modification de la couleur vraie, du carbone organique total et de l'azote total Kjeldahl dans les réservoirs projetés

Caractéristique	Réservoir				
	Robert-Bourassa	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Quantité de matière organique décomposable (kg C labile/m^2)	0,5	0,4	0,7	0,8	0,75
Superficie terrestre ennoyée (km^2)	2 639	7	71	31	111
Volume d'eau total (km^3)	62,4	0,15	3,7	1,9	2,7
Temps de séjour des eaux (mois)	13,9	0,20	5,2	3,2	5,6
Indice de modification des matières organiques	2,9	0,04	0,7	0,4	1,7
Pourcentage d'augmentation maximale de la couleur vraie, du carbone organique total et de l'azote total Kjeldahl (%)	30 [a]	0,4	7	4	18

a. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.

Prévision de la biomasse phytoplanctonique à l'aide des teneurs en chlorophylle a

La méthode employée pour prévoir l'évolution des teneurs en chlorophylle *a* est fondée sur les enseignements tirés du complexe La Grande. Elle fait intervenir, d'une part, le facteur d'augmentation des teneurs en phosphore obtenu du logiciel HQEAU (voir la méthode 12) et, d'autre part, les teneurs initiales en silice, un nutriment qui peut aussi limiter la production phytoplanctonique (voir le tableau M9-10). Pour la rivière Romaine, les teneurs initiales en silice sont supérieures à celles de la région du réservoir Robert-Bourassa et donc suffisantes pour que l'augmentation des teneurs en chlorophylle *a* soit proportionnelle à l'augmentation de phosphore total, comme on l'a observé au réservoir Robert-Bourassa.

M9.2.1.2 Intégration des réservoirs aménagés en cascade

Le suivi environnemental réalisé au complexe La Grande a montré que la qualité de l'eau mesurée en aval des réservoirs correspond essentiellement à celle des réservoirs eux-mêmes, sauf pour certaines variables influencées par la turbulence des eaux dans les segments de rapides ou à la sortie des turbines et des évacuateurs (Schetagne et coll., 2005). Les rapides favorisent une réoxygénation des eaux et une expulsion du CO_2 produit par la décomposition, accompagnées d'un léger redressement du pH, dont une partie de la baisse en réservoir a été causée par la production de CO_2. Le suivi du complexe La Grande révèle donc qu'un effet cumulatif d'un réservoir à l'autre est à prévoir pour la majorité des variables de la qualité de l'eau, à l'exception de l'oxygène dissous, du pH et du carbone inorganique dissous (dont une bonne proportion, à ces pH faiblement acides, est composée de CO_2).

Tableau M9-10 : Modification maximale de la chlorophylle ***a*** dans les réservoirs projetés

Caractéristique	Réservoir				
	Robert-Bourassa	Romaine 1	Romaine 2	Romaine 3	Romaine 4
Phosphore total :					
• teneur initiale (mg/l)	9	7	7	7	7
• teneur maximale prévue (mg/l)	15	10	10	13	13
• facteur d'augmentation	1,7	1,4	1,4	1,9	1,9
Silice (mg/l)	2,6	3,8	3,8	3,8	3,8
Chlorophylle *a* (µg/l) :					
• teneur initiale	1,9	1,2-1,9 [a]	1,2- 1,9	1,2-1,9	1,2-1,9
• teneur maximale prévue	3,2 [b]	1,7-2,7	1,7-2,7	2,2-3,5	2,2-3,5

a. 1,2 est la valeur initiale mesurée en conditions de rivière, alors que 1,9 est la teneur initiale estimée pour des conditions lacustres selon la teneur initiale en phosphore.

b. Mesuré dans le réservoir Robert-Bourassa.

Le suivi environnemental du complexe La Grande a également montré que les modifications maximales des principales variables de la qualité de l'eau sont généralement observées de deux à quatre ans après le début de la mise en eau. De plus, au réservoir Opinaca, les modifications maximales de l'oxygène dissous et du pH ainsi que des variables représentant les variables organiques, soit la couleur vraie, le carbone organique total et l'azote total Kjeldahl, se sont produites durant la première ou la deuxième année suivant la mise en eau (Schetagne et coll., 2006).

Sur la Romaine, les mises en eau des réservoirs seront décalées de deux ou trois ans : réservoir de la Romaine 2 en 2014, réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 3 en 2016 et réservoirs de la Romaine 4 en 2019. Il est donc fort probable que les modifications maximales dans un réservoir seront passées lorsque surviendront les modifications maximales du réservoir situé en amont. C'est pourquoi on présente une plage de prévisions plutôt qu'une prévision unique pour les principales variables de la qualité de l'eau. Dans les tableaux 21-3 à 21-6, qui présentent les prévisions de la qualité de l'eau en conditions futures, les modifications minimales correspondent aux valeurs obtenues pour chaque réservoir considéré seul (selon le calcul des indices de modification), ce qui correspond à un scénario sans effet cumulatif. Dans ces mêmes tableaux, les modifications maximales représentent l'effet cumulatif et correspondent à une synchronisation parfaite des modifications maximales prévues dans les réservoirs. Ce scénario est très pessimiste et correspond au cumul des effets maximaux de tous les réservoirs. Les modifications attendues seront vraisemblablement à mi-chemin entre ces deux scénarios. Il est à noter que, pour la période d'exploitation transitoire (remplissage des réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 4), pendant laquelle le débit est réduit vers les réservoirs en aval, les indices présentent des valeurs intermédiaires entre les modifications obtenues selon l'un ou l'autre des scénarios.

Pour l'oxygène dissous de la zone photique, on suppose qu'il y aura entre les réservoirs une réoxygénation équivalente à un rehaussement de 5 % du taux de saturation en oxygène dissous, car il subsistera entre eux des zones suffisamment turbulentes pour demeurer libres de glace sur plusieurs kilomètres de longueur. Pour la proportion du volume des réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et de la Romaine 3 présentant un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 % à la fin de l'hiver, on a effectué le calcul de la façon suivante :

Équation M9-7

$$PV_{50\text{-}Rc} = PV_{50\text{-}RO4} \times \frac{Dim\,O_2\ zone\ photique\ Rc}{Dim\,O_2\ zone\ photique\ RO4}$$

où :

$PV_{50\text{-}Rc}$ est la proportion du volume du réservoir considéré présentant un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 % à la fin de l'hiver.

$PV_{50\text{-}RO4}$ est la proportion prévue du volume du réservoir de la Romaine 4 présentant un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 50 % à la fin de l'hiver.

Dim O_2 zone photique Rc est la diminution du pourcentage de saturation en oxygène dissous moyen hivernal prévue dans la zone photique du réservoir considéré.

Dim O_2 zone photique RO4 est la diminution du pourcentage de saturation en oxygène dissous moyen hivernal prévue dans la zone photique du réservoir de la Romaine 4.

Par contre, on présume qu'il n'y aura aucun redressement de pH, car la baisse de pH dans chacun des réservoirs est faible et une partie de cette baisse proviendrait de la mise en solution des composés acides des sols ennoyés ; cette partie n'est justement pas influencée par l'expulsion du CO_2 dans les zones de turbulence entre les réservoirs. Il est à noter que le scénario avec effet cumulatif tient compte, pour chaque réservoir, de la proportion relative des apports provenant des tributaires du bassin résiduel (apports non modifiés par les aménagements) et des apports provenant du réservoir situé en amont (apports modifiés).

Pour le phosphore total, on donne une prévision unique provenant du modèle HQEAU, qui tient compte de l'effet cumulatif ainsi que de la date du début de mise en eau de chaque réservoir (voir la méthode M12.2.3.1).

M9.2.2 Tronçons de rivière à débit réduit

Le suivi environnemental du complexe La Grande a montré que les principaux processus de modification dans les rivières à débit réduit sont les suivants :

- intrusion des eaux salées dans les rivières débouchant sur le milieu marin, et remplacement des propriétés d'eau douce par des propriétés d'eau saumâtre ;

- apports des tributaires alimentant les tronçons à débit réduit, qui peuvent apporter, selon le contexte géomorphologique, des eaux d'une qualité différente de celle qu'on rencontre en amont du point de coupure ;
- apports provenant des réservoirs lorsqu'il y a des évacuations ou des débits réservés ;
- baisse du niveau des eaux, qui cause l'érosion des nouvelles berges des secteurs à débit réduit et de la partie inférieure des tributaires du bassin versant résiduel ; selon la nature des matériaux et l'ampleur de la réduction de débit, cette érosion peut entraîner des hausses de la turbidité et des concentrations des matières en suspension et du phosphore total ainsi qu'une réduction de la transparence des eaux ;
- réduction de la turbulence des eaux, qui entraîne habituellement de légères baisses des teneurs en oxygène dissous à des niveaux représentatifs de conditions lacustres et qui peut, alliée à la hausse d'éléments nutritifs, causer une augmentation de la biomasse phytoplanctonique, malgré d'importantes hausses de la turbidité ;
- augmentation du temps de contact des eaux avec des matériaux relativement solubles, tels que les argiles et les limons, qui peut contribuer à augmenter le degré de minéralisation de ces eaux ;
- perte de l'apport en phytoplancton de grands lacs situés en amont du point de coupure, qui peut se traduire par une baisse de la biomasse phytoplanctonique (Schetagne et coll., 2005).

Dans le cas des différents tronçons à débit réduit de la rivière Romaine, seuls les apports des réservoirs, la baisse du niveau d'eau et la réduction de la turbulence des eaux pourraient entraîner des modifications notables de la qualité de l'eau. En effet :

- il n'y aura pas d'intrusion saline à cause de la présence de la chute de l'Auberge à l'embouchure de la Romaine ;
- les tributaires apportent des eaux aux caractéristiques semblables à celles de la Romaine ;
- dans les tronçons court-circuités, les eaux coulent sur des matériaux grossiers (surtout du roc et des blocs), peu solubles et résistants à l'érosion ;
- les débits réservés prévus en aval des réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 2 maintiendront des conditions de rivière, de sorte que le temps de contact des eaux avec les sédiments de la rivière n'augmentera pas suffisamment pour contribuer à augmenter le degré de minéralisation des eaux ;
- les valeurs actuelles de chlorophylle *a* sont faibles et déjà caractéristiques de celles de rivières.

M9.2.2.1 Tronçons court-circuités de la Romaine

Dans les tronçons court-circuités de la Romaine, situés entre les barrages projetés et les canaux de fuite des centrales prévues, les matériaux sont grossiers, peu solubles et peu sensibles à l'érosion : ils ne contribueront donc pas à l'augmentation du degré de minéralisation ou de turbidité des eaux. Les débits réservés dans les tronçons court-circuités de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2 apporteront dans ceux-ci l'eau des réservoirs. L'évaluation de la qualité de l'eau de ces tronçons en conditions futures tient compte des éléments suivants :

- évolution la qualité de l'eau dans le réservoir en amont ;
- potentiel d'oxygénation et de redressement du pH selon les caractéristiques des évacuateurs de crues qui fourniront les débits réservés et selon la présence de seuils rocheux où les ruptures de pentes irrégulières permettront la formation de petites chutes et cascades ;
- apports des tributaires de ces tronçons pouvant diluer les eaux en provenance du réservoir.

M9.2.2.2 Rivière Romaine en aval des réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 2

Période d'exploitation du complexe

Comme le mentionne la section M9.2.1.2, le suivi environnemental du complexe La Grande a montré que la qualité de l'eau mesurée en aval des réservoirs correspondait essentiellement à celle des réservoirs eux-mêmes, sauf pour certaines variables influencées par la turbulence des eaux, comme l'oxygène dissous et le pH. Aussi, la qualité de l'eau prévue en aval du réservoir de la Romaine 1 (voir le tableau 21-9) correspond essentiellement à celle du réservoir de la Romaine 1. Font exception l'oxygène dissous, pour lequel les valeurs prévues en aval correspondent à une réoxygénation de l'ordre de 10 % du taux de saturation du réservoir, ainsi que le pH, pour lequel les valeurs en aval correspondent à un redressement de 0,1 par rapport au réservoir. Ces redressements correspondent à ceux qui sont observés au complexe La Grande (Schetagne et coll., 2006).

Période d'exploitation transitoire

Pendant le remplissage des réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 2, le débit lâché en aval de ces réservoirs sera réduit.

Remplissage du réservoir de La Romaine 2

Le remplissage du réservoir de la Romaine 2 se déroulera en trois étapes :

- Étape 1 : Les vannes de la dérivation provisoire pourront maintenir, pour toutes les conditions d'hydraulicité, un débit minimal de 70 m^3/s dans le tronçon court-circuité de la Romaine-2.

- Étape 2 : Il n'y aura aucun débit réservé pendant environ 24 jours en conditions d'hydraulicité moyenne. Cette période correspond à la crue. Le bassin versant résiduel fournira alors un débit moyen de 70 m^3/s en aval du PK 52 et de 200 m^3/s au PK 3,8.
- Étape 3 : L'évacuateur de crues pourra maintenir un débit minimal de 170 m^3/s au PK 52 en été.

Les débits ainsi déversés apporteront des eaux d'une qualité comparable à celle des conditions actuelles, car les températures froides régnant à cette période empêcheront l'amorce véritable des processus de décomposition et de réponse phytoplanctonique. De plus, ces débits, alliés à la présence de nombreux rapides entre les réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 2, entretiendront une forte turbulence des eaux qui permettra de maintenir le taux de saturation en oxygène dissous à des valeurs voisines de 100 %, comme actuellement.

Les débits réservés, qui correspondent à environ 30 à 60 % des débits moyens de septembre en conditions actuelles, limiteront aussi la baisse du niveau des eaux, ce qui réduira les possibilités d'érosion des matériaux fins. De plus, ils maintiendront la turbidité et les matières en suspension à des valeurs faibles, voisines des valeurs naturelles. Aussi, la qualité de l'eau demeurera pratiquement inchangée pendant la première et la troisième étape de remplissage du réservoir de la Romaine 2.

Cependant, pendant la deuxième étape, aucun débit réservé ne sera restitué en aval. La qualité de l'eau dans le cours inférieur de la Romaine sera alors essentiellement déterminée par les apports des tributaires du bassin versant. La qualité de l'eau demeurera quasi inchangée par rapport aux conditions actuelles, car les tributaires apporteront des eaux d'une qualité équivalente à celle qu'on observe habituellement dans la Romaine. En revanche, on prévoit une augmentation des matières en suspension, de la turbidité et du phosphore total à cause de l'abaissement du niveau d'eau, qui favorisera l'érosion des berges de la Romaine elle-même et l'encaissement de la partie inférieure de ses tributaires. La méthode d'estimation des concentrations moyennes de matières en suspension durant le remplissage du réservoir de la Romaine 2 est détaillée à la section 20.3.2. Pour la turbidité, un ratio matières en suspension/turbidité de 1/1 a été considéré, sur la base des mesures effectuées dans la Romaine.

Remplissage du réservoir de la Romaine 1

Durant le remplissage du réservoir de la Romaine 1, qui aura lieu du milieu à la fin de juillet deux ans après la mise en eau du réservoir de la Romaine 2, on appliquera un débit réservé de 170 m^3/s. La qualité des eaux de la rivière en aval du réservoir de la Romaine 1 sera alors un mélange de celle du réservoir de la Romaine 2 considéré seul (scénario 1, car les autres réservoirs n'auront pas encore été mis en eau) avec celle des eaux apportées par les tributaires du bassin résiduel, semblable à la qualité actuelle des eaux de la Romaine.

Le débit devrait permettre une turbulence des eaux suffisante pour augmenter le taux de saturation en oxygène dissous des eaux sortant du réservoir de la Romaine 2 à des niveaux équivalents à ce qu'on trouve actuellement dans les parties de la Romaine qui présentent peu de rapides, comme le tronçon en amont du barrage de la Romaine-4. Dans ce tronçon, on mesure actuellement des taux moyens de saturation de l'ordre de 80 à 90 %, aussi bien en été qu'en hiver.

Tout comme durant le remplissage du réservoir de la Romaine 2, le débit réservé prévu durant le remplissage du réservoir de la Romaine 1 limitera la baisse du niveau de la rivière, ce qui réduira les possibilités d'érosion des matériaux fins. Il maintiendra ainsi la turbidité et les matières en suspension à des valeurs faibles et voisines des valeurs naturelles.

M9.3 Références

Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants. 1992. *Caractérisation préliminaire de la phytomasse inondée des futurs aménagements hydroélectriques*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Association Poulin Thériault Gauthier & Guillemette Consultants.79 p et ann.

Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants. 1993. *Complément de la méthode de caractérisation de la phytomasse appliquée aux complexes Grande-Baleine et La Grande.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants. 132 p. et ann.

Belles-Isles, M., I. Simard et D. Dussault. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Qualité de leau. Rapport sectoriel.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 33 p. et ann.

Environnement Illimité. 2002. *Caractérisation physico-chimique de la qualité de l'eau dans la rivière Romaine (été-automne 2001).* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement illimité. 31 p. et ann.

Schetagne, R. 1981. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande. Physico-chimie et pigments chlorophylliens.* Analyse des données de 1979. Montréal, Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). 95 p.

Schetagne, R. 1989. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande I. Qualité de l'eau, régions de La Grande et Opinaca. Interprétation des données de 1988*. Montréal, Hydro-Québec. 152 p et ann.

Schetagne, R. 1994. « Water quality modifications after impoundment of some large northern reservoirs ». *Archiv für Hydrobiologie, Advances in Limnology*, vol. 40, p. 223-229.

Schetagne, R., R. Lalumière et J. Therrien. 2005. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution de la qualité de l'eau. Rapport synthèse 1978-2000*. Québec, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec Production. 168 p. et ann.

Schetagne, R., R. Lalumière et J. Therrien. 2006. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution de la qualité de l'eau. Rapport technique d'analyse des données de 1978 à 2000*. Québec, GENIVAR Groupe conseil et Hydro-Québec Production. 247 p. et ann.

Société multidisciplinaire d'études et de recherche de Montréal (SOMER). 1992. *Guide méthodologique des relevés de la qualité de leau*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, SOMER. 179 p. et ann.

Société multidisciplinaire d'études et de recherche de Montréal (SOMER). 1994. *Complexe Nottaway-Broadback-Rupert. Qualité de leau*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, SOMER. 64 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.

Van Coillie, R., C. Thellen, P.G.C. Campbell et Y. Vigneault., 1983. « Effets toxiques de l'aluminium chez les salmonidés en relation avec les conditions physico-chimiques acides ». *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, nº 1237. 88 p.

M10 Océanographie physique

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Références

M10.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude vise principalement à déterminer les caractéristiques physiques des masses d'eau de la zone d'étude à différentes saisons, à décrire les phénomènes qui régissent leur mouvement et à déterminer la portée du panache de la rivière Romaine dans le chenal de Mingan. Les données océanographiques proviennent des campagnes de relevés effectuées en 2001 (fournies par Hydro-Québec et validées par Environnement Illimité, 2002*a*) ainsi qu'en 2004, en 2005 et en 2006 (Lorrain et coll., 2005, 2006 ; Therrien, 2006), en eau libre et sous couverture de glace. On a, de plus, utilisé certaines données acquises lors de campagnes plus anciennes (Bilodeau, 1983) pour caractériser la circulation de l'eau dans le chenal de Mingan.

Pour bien camper les mouvements des masses d'eau, il faut connaître la bathymétrie et les variations du plan d'eau. Hydro-Québec a effectué des levés bathymétriques dans la zone de l'embouchure et établi la topographie détaillée des seuils des trois exutoires de la Romaine. Pour le chenal de Mingan, les données proviennent du Service hydrographique du Canada. Hydro-Québec a exploité quatre marégraphes dans la région : à proximité de la chute de l'Auberge, de la Grande Île et de l'île Niapiskau de même qu'à Havre-Saint-Pierre. Les appareils enregistraient le niveau d'eau géodésique toutes les quinze minutes. Des analyses statistiques et harmoniques ont été effectuées sur les séries de données.

On a cartographié les glaces de la zone de l'embouchure de la Romaine à plusieurs reprises durant les hivers 2004-2005 et 2005-2006. Les cartographies de mars 2005 et de mars 2006 ont été complétées par des sondages de glace. À l'aide de 21 imagettes Landsat, on a déterminé la présence ou non de glace dans la zone de l'embouchure de 1984 à 2005. Trois de ces imagettes ont fait l'objet d'un traitement numérique des couleurs afin de distinguer les types de glace.

À partir d'observations sur la nature du substrat et sur la présence des structures sédimentaires ainsi que de relevés de réflexion sismique, on a déterminé les limites des zones actives sur le plan sédimentologique. On a pu ainsi mieux définir le contexte géomorphologique de la zone de l'embouchure et situer celle-ci dans le contexte structural de la zone d'étude (Lorrain et coll., 2005). Le portrait de la nature des fonds du delta de la Romaine a été complété par 23 lignes de relevés géophysiques qui s'étendaient vers le large, en périphérie de la zone de l'embouchure.

La zone d'étude de l'océanographie physique comprend la zone de l'embouchure de la Romaine et le chenal de Mingan entre l'île à Bouleaux de Terre, à l'ouest, et l'île du Fantôme, à l'est.

M10.2 Méthodes

M10.2.1 Relevés physiques

M10.2.1.1 Niveaux d'eau dans la zone d'étude et débit de la Romaine

Les données de niveaux d'eau proviennent de la station limnimétrique EROM0721, dans l'embouchure, et de la station EROM0691, au quai de Havre-Saint-Pierre. Les données couvrent l'ensemble des périodes d'échantillonnage de 2001 à 2005 et sont exprimées en élévation géodésique. Les marégraphes de la Grande Île et de l'île Niapiskau n'ont été installés qu'en 2005. Le tableau M10-1 résume les données disponibles.

Tableau M10-1 : Renseignements sur les données marégraphiques

Station	Position	Année d'exploitation	Période d'obtention de données	Période manquante
EROM0721 Chute de l'Auberge	50,3017° N 63,8153° O	2001	Du 12 juin au 23 octobre	
		2003	Du 17 mai au 14 décembre	
		2004	Du 10 janvier au 22 novembre	
		2005	Du 16 février au 14 novembre	Du 19 avril au 4 mai
EROM0691 Havre-Saint-Pierre	50,2364° N 63,6075° O	2001	Du 11 juillet au 25 octobre	
		2003	Du 7 juin au 12 décembre	
		2004	Du 14 mai au 31 décembre	
		2005	Du 1er janvier au 13 mars	
EROM0868 Grande Île	50,2442° N 63,9019° O	2005	Du 18 février au 4 novembre	Du 30 mars au 19 avril
EROM0869 Niapiskau	50,2275° N 63,7453° O	2005	Du 20 février au 5 novembre	Du 22 mars au 30 avril Du 20 au 26 octobre

Les apports journaliers de la Romaine sont enregistrés à la station 073801 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, située au PK 15,5 de la rivière. Les données disponibles remontent au 1er octobre 1956, avec 35 valeurs manquantes entre le 10 juillet et le 13 août 1960. Hydro-Québec exploite des stations limnimétriques au PK 1,25 de la Romaine, juste à l'amont des rapides à Brillant (EROM0690), et au PK 5,2, à l'amont de la confluence de la rivière Aisley (ROMA0665) (voir le tableau M10-2.)

Tableau M10-2 : Renseignements sur les stations limnimétriques de la Romaine

Station	PK	Données	Période d'exploitation	Données manquantes
073801	15,5	Débit	Depuis le 1er octobre 1956	Du 10 juillet au 13 août 1960
EROM0690	1,25	Niveau d'eau	Depuis le 3 juin 2003	Du 17 novembre 2004 au 19 février 2005
EROM0665	5,2	Niveau d'eau	Du 11 novembre 1999 au 31 décembre 2003	Épisodes entre le 12 juillet 2001 et le 31 décembre 2002

Les données marégraphiques ont fait l'objet d'un traitement statistique et harmonique. On a calculé la distribution cumulative de l'ensemble des données des stations EROM0721 et EROM0691 pour établir les niveaux maximaux et minimaux ainsi que les cotes des 1er, 5e, 50e, 95e et 99e percentiles. On a également établi une relation entre le niveau d'eau à l'étale des basses mers et les apports de la Romaine en comparant les données de niveau d'eau des étés 2003, 2004 et 2005 ainsi que des hivers 2003-2004 et 2004-2005 à la station EROM0721 avec les apports à la station hydrologique 073801.

On a réalisé une analyse harmonique sur des blocs de données de niveau d'eau provenant de la station EROM0721 afin de faire ressortir les effets du débit de la Romaine et de la présence des glaces sur l'amplitude et la phase de la marée (Therrien, 2006).

M10.2.1.2 Bathymétrie

Hydro-Québec a effectué des relevés bathymétriques dans la zone de l'embouchure entre le 25 août et le 8 septembre 2001. Les relevés ont été réalisés perpendiculairement aux principaux chenaux sur 84 sections accessibles en embarcation. On a complété la bathymétrie dans la zone intertidale par une interprétation cartographique tirée de relevés datant de 1982 (Laroche, 1983), qu'on a mise à jour à l'aide de photographies aériennes orthorectifiées de 1999 à l'échelle de 1 : 15 000.

Les sondages ont été faits depuis une embarcation à l'aide d'un système de positionnement GPS en mode cinématique (NovAtel RT2) ainsi que d'un échosondeur de marque Raytheon (modèle DE 719D MKII) équipé d'un enregistreur graphique. L'angle d'ouverture du sabot de la sonde était de 3 degrés. Un récepteur GPS fixé dans l'embarcation servait au positionnement local, tandis qu'une station GPS installée en rive sur un repère géodésique transmettait la référence globale.

En septembre 2001, on a effectué des relevés détaillés des trois exutoires de la Romaine pour décrire la topographie de la partie asséchée des seuils de la chute de l'Auberge, de la Fausse Chute et de la rivière Aisley. Ces relevés et autres observations permettent d'établir à quel débit l'écoulement commence dans chacun des exutoires.

M10.2.1.3 Courant et houle

Du 11 juin au 12 septembre 2001, on a mouillé des courantomètres électromagnétiques S4 et une sonde multiparamètre MAVSIII à cinq stations de la zone de l'embouchure pour fournir des séries temporelles du courant, de la salinité et de la température à une élévation fixe par rapport au fond. En général, les courantomètres étaient installés à 1 m du fond et la sonde, à 1 m sous la surface à marée basse.

À deux stations, on a dû rejeter les données provenant des courantomètres S4, pour les périodes d'avant le 13 juin 2001 à l'une et du 11 au 12 juin 2001 à l'autre. Un des courantomètres S4 affichait des profondeurs aberrantes entre le 28 juin et le 13 août.

Une fois les données validées, on a produit des roses des courants à l'aide du logiciel Oriana, qui permet de traiter les données en coordonnées polaires et d'en calculer les statistiques descriptives.

La houle a été estimée à partir des mesures de vent effectuées à la station météorologique de Havre-Saint-Pierre. Les analyses se trouvent dans les publications de Ross et Long (1989), de Long et coll. (1986) et d'Entraco (1991). Ces ouvrages sont cités dans le document de Lorrain et coll. (2006).

M10.2.1.4 Relevés géophysiques et sédimentaires

Des relevés de réflexion sismique ont été réalisés en collaboration avec l'INRS-ETE les 13 et 14 juillet 2004. On a effectué 23 lignes de relevés en vue de décrire plus en détail le contexte géomorphologique de la zone d'étude, en considérant l'évolution quaternaire du milieu et l'évolution actuelle. L'hypothèse de départ est que le delta de la Romaine, malgré les apports sédimentaires, ne peut progresser puisqu'il est limité structurellement par la présence de cuestas sous-marines.

On a utilisé un système de réflexion sismique à très haute fréquence (*boomer* Seistec-IKB). Ce système permet de déterminer l'agencement vertical des différentes strates sédimentaires entre le fond marin et le toit du substratum rocheux. Du fait de la faible profondeur d'eau dans le secteur étudié, le relevé a été effectué à une puissance de 105 J, suivant un pas de tir de 0,25 s, afin d'obtenir, à la vitesse du navire d'environ 2 m/s, un tir au fond chaque fois que le bateau se déplaçait d'un demi-mètre. La correction DGPS était effectuée en temps réel à partir des bases fixes de la Garde côtière. La résolution horizontale est de l'ordre du décimètre, alors que la résolution verticale est de l'ordre du demi-mètre ou moins.

Une carte des faciès sédimentaires de la zone de l'embouchure a été produite par Laroche (1983). En 2004, on a prélevé 15 échantillons de manière à couvrir les différents faciès indiqués par cet auteur. On a calculé la granulométrie moyenne (D_{50}) en appliquant la même formule que Laroche :

$$D_{50} = \frac{D_{16} + D_{84}}{2}$$

Équation M10-1

où D_{16} et D_{84} représentent les tailles correspondant aux 16e et 84e percentiles de la distribution granulométrique.

Enfin, l'analyse de six photographies aériennes prises de 1948 à 2004 a permis de suivre l'évolution du réseau de drainage dans la zone de l'embouchure. Cette analyse permet également d'évaluer le mouvement et l'orientation des dunes et des bancs de sable, témoins du remaniement des sédiments, et de mettre en lumière les facteurs principaux qui les régissent, telles l'action fluviale, les marées ou la houle.

M10.2.2 Relevés glaciologiques

M10.2.2.1 Hiver glaciologique et évolution de la couverture de glace

La période hivernale est définie comme la période où le cumul des températures de l'air est décroissant. Le cumul est fait sur une période de douze mois commençant le 1er juillet et se terminant le 30 juin. Le premier et le dernier jour de l'hiver sont les valeurs maximale et minimale du cumul. La différence entre les valeurs cumulées des températures de l'air au début et à la fin de l'hiver détermine la rigueur de ce dernier. La durée de l'hiver est le nombre de jours entre les dates de début et de fin. La froidure de l'hiver est la température moyenne de l'hiver, obtenue en divisant la rigueur par la durée.

Un hiver sera qualifié de froid ou de doux, de clément ou de rigoureux, ou de long ou de court selon que sa froidure, sa rigueur et sa durée s'éloignent de plus ou moins un écart-type de leur valeur moyenne respective. On dispose de l'historique des hivers glaciologiques pour les hivers de 1914-1915 à 2005-2006 à la station 7043018 de Havre-Saint-Pierre. Dans la zone de l'embouchure de la Romaine, l'hiver moyen a une rigueur de 1 382 degrés-jours de gel et dure 158 jours ; sa température moyenne est de -8,8 °C. En moyenne, l'hiver glaciologique commence le 8 novembre, mais l'importante masse d'eau de la zone de l'embouchure et du chenal de Mingan est encore à une température légèrement supérieure à 0 °C au début de décembre.

On recourt à la loi log-Pearson 3 pour calculer l'intervalle de récurrence des hivers. Un hiver de récurrence centennale aurait une rigueur de 1 938 degrés-jours de gel, alors que l'hiver le plus rigoureux de la série est de 1 884 degrés-jours de gel en 1992.

Sur les étendues d'eau calme, la progression du champ de glace se fait au rythme des échanges thermiques avec l'atmosphère. Les mesures en milieu naturel montrent qu'il est possible d'obtenir une bonne estimation de l'épaisseur de glace sur un plan d'eau calme en la reliant uniquement à la température de l'air, la plus accessible des données météorologiques.

Cette relation est celle de Stefan :

$$h = 0{,}035\alpha\sqrt{S}$$

Équation M10-2

où :

h est l'épaisseur de la glace (mètres) ;

S est l'indice de gel (degrés-jours de gel) ;

α est un coefficient empirique qui tient compte de tous les autres facteurs négligés.

Un coefficient empirique de 0,6 reproduit de façon acceptable les épaisseurs mesurées dans la zone de l'embouchure de la Romaine lors des campagnes de 2005 et de 2006. La valeur de ce coefficient décrit, par expérience, des conditions moyennes sur une nappe d'eau calme en présence de neige, ce qui représente bien la zone de l'embouchure. La prédiction des épaisseurs probables de glace pour plusieurs intervalles de récurrence repose sur l'étude statistique des rigueurs des hivers et sur la relation de Stefan.

Les processus de formation, d'évolution et de départ des glaces dans la zone de l'embouchure de la Romaine et dans le chenal de Mingan sont décrits à partir des observations. Ces observations ponctuelles sont corrélées avec le pourcentage d'avancement de l'hiver, défini comme étant le rapport entre l'indice de gel au moment de l'observation et la rigueur de l'hiver.

M10.2.2.2 Cartographie de la glace

Durant les hivers 2004-2005 et 2005-2006, on a cartographié à cinq reprises les glaces de la zone de l'embouchure de la Romaine. La limite des types de glace a été relevée par GPS lors d'un survol héliporté à basse altitude. On a pratiqué de tels survols les 24 février, 21 mars et 27 mars 2005. Deux autres cartographies de glace ont été faites les 26 janvier et le 7 mars de l'année suivante.

On a déterminé au moyen de 21 imagettes Landsat la présence ou non de glace dans la zone de l'embouchure de 1984 à 2005. Afin de mettre en évidence les types de glace, un traitement numérique des couleurs a été appliqué à trois imagettes : celles du 31 janvier 2002, du 7 mars 2003 et du 30 janvier 2006.

M10.2.3 Caractérisation physique des masses d'eau

Les données proviennent principalement de profils CTD (conductivité, température, profondeur et unités dérivées : salinité et densité) regroupés dans la zone de l'embouchure de la Romaine en onze stations visitées en 2001, en 2004 et en mars 2005. On a aussi recueilli en 2001 des séries temporelles de la salinité, de la

température et de la profondeur, en même temps que les mesures de courant. Ces données ont été complétées par des mesures du débit et du niveau d'eau dans la zone de l'embouchure ou à proximité.

Le panache de la Romaine est une masse d'eau de surface dont les propriétés, associées à l'eau de la rivière, se modifient graduellement par le mélange de l'eau douce avec l'eau salée du chenal de Mingan. Par exemple, la salinité du panache, à son extension maximale, est nulle dans un rayon de 5 à 6 km à partir de l'embouchure de la Romaine, mais elle atteint environ 20 psu dans un rayon de 14 à 16 km vers le large.

En 2001, des profils CTD ont été mesurés sur un réseau de onze stations réparties dans les différents chenaux et bassins de la zone de l'embouchure. Lors des deux périodes de mesure (du 12 au 19 juin et du 19 au 20 août 2001) on a employé le plus souvent une sonde multiparamètre MAVSIII et un salinomètre Beckman.

En 2004, on s'est servi de sondes multiparamètres Hydrolab DS4 et YSI6000 pour prendre les profils CTD. Les mesures dans la zone de l'embouchure ont été faites à différents débits, en périodes de vive-eau et de morte-eau et aux étales des marées. Les profils ont souvent été faits en hélicoptère pour rapidement couvrir l'ensemble de la zone et obtenir une image globale d'un milieu changeant avec la phase de la marée. Les mesures se sont échelonnées du 13 mai au 22 octobre 2004.

Durant la saison estivale de 2004, on a réalisé des profils verticaux de salinité et de température pour caractériser le gradient de salinité dans les eaux de surface du chenal de Mingan au maximum du jusant et du flot, lorsque les courants sont les plus forts.

Sous la couverture de glace, du 18 au 26 mars 2005, des profils CTD ont été faits dans la zone de l'embouchure à l'aide d'une sonde multiparamètre Hydrolab. De façon à cerner toutes les phases de la marée, en vive-eau et en morte-eau, on a enregistré plusieurs fois les données de huit stations de la zone de l'embouchure et de deux stations du chenal de Mingan.

Enfin, pour mieux mesurer l'influence des eaux de la Romaine sur le chenal de Mingan, on a établi des transects de surface, du 6 au 11 juin 2005, à l'aide d'une sonde multiparamètre XR-620 remorquée à profondeur constante sous la surface de l'eau. La sonde mesure la température, la conductivité, la profondeur, la couleur de l'eau (*color dissolved organic matter*), la chlorophylle *a* et la turbidité. Les paramètres optiques sont enregistrés selon une échelle relative. La sonde de conductivité a été calibrée à l'aide d'un salinomètre Guildline Autosal 8400B, avec pour référence un étalon d'eau de mer IAPSO. L'appareil a surtout été utilisé en surface à une profondeur d'environ 30 cm ; des profils verticaux ont aussi été réalisés en quelques endroits.

La trace de l'eau douce en surface en hiver a également été suivie à travers l'étendue de la nouvelle glace formée les matins du 15 décembre 2004 et du 9 décembre 2005. À la tombée de la nuit et avec la chute de la température de l'air, l'absence de rayonnement solaire et l'augmentation des pertes de chaleur entre l'eau et l'air provoquent le gel d'une partie de la couche superficielle d'eau douce. L'étendue de cette nouvelle glace délimite donc l'extension maximale de l'eau douce au cours de la nuit, qui, sur une période de 12 heures, couvre un cycle de marée. La limite de la nouvelle glace a été suivie par GPS lors d'un survol héliporté à 15 m d'altitude, avec une précision au sol estimée à environ 10 m. En s'inspirant de cette méthode et en suivant les traces des formations de glace le 12 janvier 2005, on a cartographié la partie d'eau douce des panaches des rivières Mingan et Romaine.

M10.2.3.1 Préparation des données CTD

La première étape de traitement consiste à valider les données selon une série de formules de validation qui ont été définies lors de l'étude de 2001 (Environnement Illimité, 2002*a*). En général, les valeurs de salinité supérieures à 35,85 psu ont été éliminées. En fait, les données sont généralement inférieures à 32 psu, sauf pour un type d'instrument utilisé en 2001 (salinomètre Beckman). On a néanmoins conservé ces profils, de façon à en avoir un nombre suffisant pour l'analyse statistique.

Dans la zone de l'embouchure de la Romaine, les profils ont été rattachés à l'une des onze stations de référence. En 2001, un réseau de bouées marquait l'emplacement de ces stations, ce qui a permis d'obtenir des profils bien regroupés autour de ces dernières. Durant l'été 2004 ainsi qu'en mars 2005, on a utilisé l'hélicoptère pour se déplacer d'une station à l'autre. Au moment des mesures, les stations étaient localisées par GPS, de telle sorte que les profils sont répartis au voisinage des stations de référence. On a calculé la distance séparant chacune des stations de l'embouchure à partir d'une photographie aérienne, en suivant le tracé des chenaux principaux.

Les profils mesurés dans le chenal de Mingan ont été considérés individuellement dans le traitement statistique. La superposition graphique des profils CTD faits dans le chenal de Mingan a mis en évidence trois groupes de profils pour l'année 2004. Ces groupes sont associés aux différents modèles de sondes utilisés. Le biais s'explique par le mode de calibrage de la sonde de conductivité : à l'aide de solutions de chlorure de potassium (YSI ou Hydrolab) ou par rapport à un étalon d'eau de mer. Pour éliminer ce biais, on a effectué une correction proportionnelle de la salinité et un recalcul de la densité sur les données obtenues à l'aide des sondes YSI et Hydrolab par rapport aux données obtenues avec la sonde XR620.

Pour tous les profils, on a transformé la profondeur des mesures en élévation géodésique à partir des données de la station limnimétrique EROM0721 (chute de l'Auberge). Chaque profil a aussi été rattaché à un débit calculé à partir de la relation niveau-débit établie à la station limnimétrique ROMA0665 (PK 5,2) ainsi qu'à la phase de la marée. Cette correspondance permet d'associer les caractéristiques de la colonne d'eau au régime hydrologique et à la marée.

Après validation, les profils CTD retenus pour l'interprétation des données dans la zone de l'embouchure se répartissent comme suit :

- 95 profils en 2001 ;
- 94 profils en 2004 ;
- 65 profils en 2005 ;
- 88 profils durant la période de crue (toutes années confondues) ;
- 101 profils durant la période estivale (toutes années confondues) ;
- 65 profils durant la période hivernale (mars 2005).

On a ensuite groupé les profils par tranche de débit pour caractériser certaines périodes du régime hydrologique : la période de crue (débit supérieur à 500 m^3/s), l'étiage (débit inférieur à 200 m^3/s) et la période intermédiaire, qui correspond approximativement aux débits de gestion de l'aménagement projeté (de 200 à 500 m^3/s). Dans l'ensemble, les périodes de crue et d'étiage sont, en nombre, moins bien représentées (33 profils sous un débit supérieur à 500 m^3/s ; 52 profils sous un débit inférieur à 200 m^3/s) que les périodes de débit intermédiaire (169 profils sous un débit de 200 à 500 m^3/s).

La description des caractéristiques physiques des masses d'eau dans le chenal de Mingan est bien connue en conditions libres de glace (121 profils) et pour certaines conditions de débit de la Romaine. Sous la couverture de glace, la description des caractéristiques physiques ne repose que sur neuf observations, en raison des difficultés d'accès.

M10.2.3.2 Traitement des données

On a appliqué une analyse objective aux profils de salinité et de température (profils CTD). Cette approche permet de définir les grandes tendances spatio-temporelles des phénomènes qui influent sur les caractéristiques des masses d'eau à partir de données provenant de différentes années, à différentes périodes et à différentes phases de la marée. L'analyse objective vise essentiellement à faire ressortir les tendances des profils CTD, à l'aide d'une analyse en composantes principales (ACP), ainsi que leurs relations spatio-temporelles, à l'aide de la régression multiple. On réussit ainsi à intégrer les différentes forces (régime hydrologique saisonnier, cycles semi-diurne et synodique de la marée) qui agissent sur les caractéristiques des masses d'eau dans un contexte spatial (large couverture de la zone

d'étude). On a complété l'approche objective par une analyse descriptive dans le but d'expliquer les processus hydrologiques et océanographiques à l'origine des phénomènes observés.

Tout d'abord, chaque profil est caractérisé par une série de variables descriptives touchant la nature et la structure du profil :

- élévation de la pycnocline ;
- catégorie de stratification ;
- limites des couches ;
- épaisseur et caractéristiques physiques (salinité et température) des différentes couches d'un profil (surface, pycnocline et fond).

Ensuite, on relie ces variables descriptives à des variables explicatives (variables d'état). Les variables explicatives caractérisent le profil dans le temps, et en fonction du régime hydrologique et des phases de la marée.

Au total, on a analysé 254 profils CTD, à l'aide de 18 descripteurs, dans la zone de l'embouchure de la Romaine (voir le tableau M10-3).

Tableau M10-3 : Descripteurs des profils CTD utilisés pour l'analyse en composantes principales (ACP) dans la zone de l'embouchure de la Romaine

Descripteur de profil CTD	Transformation de variable
Différence de densité entre la surface et le fond	Aucune transformation
Différence de salinité entre la surface et le fond	Aucune transformation
Catégorie de stratification [a]	Aucune transformation
Épaisseur de la pycnocline	$Y = \ln (X + 0,1)$
Épaisseur de la couche de fond	$Y = \ln (X + 0,1)$
Valeur du BV_{max} [b]	Aucune transformation
Différence de température entre la surface et le fond	Aucune transformation
Épaisseur totale de la colonne d'eau	$Y = X^{0,2}$
Élévation minimale dans la colonne d'eau	$Y = (X/30 + 1)^5$
Profondeur du BV_{max}	$Y = X^{0,2}$
Épaisseur de la couche de surface	$Y = X^{0,2}$
Élévation du BV_{max}	Aucune transformation
Écart-type de la densité de la couche de surface	$Y = \ln (X + 0,1)$
Écart-type de la salinité de la couche de surface	$Y = \ln (X + 0,1)$
Écart-type de la température de la couche de surface	$Y = \ln (X + 0,1)$
Salinité de la couche de surface	$Y = \ln (X + 0,1)$
Densité de la couche de surface	$Y = (X + 1)^{0,3}$
Température de la couche de surface	$Y = \ln (X + 1,5)$

a. Le descripteur « catégorie de stratification » prend les valeurs suivantes : 0 (profil homogène), 1 (profil mélangé), 2 (profil stratifié) ou 3 (profil fortement stratifié).

b. Le descripteur « BV_{max} » correspond à l'indice de Brunt-Vaïsala (unité : $seconde^{-1}$) utilisé pour déterminer la profondeur de la pycnocline.

Dans le chenal de Mingan, 120 profils ont été analysés à l'aide de 12 descripteurs. Six des dix-huit descripteurs de départ n'ont pas été retenus pour cette ACP, parce que plusieurs profils étaient trop courts pour bien décrire toutes les propriétés des masses d'eau du chenal de Mingan. Les exclus sont l'épaisseur de la pycnocline, l'épaisseur de la couche de fond, l'épaisseur totale de la colonne d'eau, l'élévation minimale dans la colonne d'eau, l'épaisseur de la couche de surface et l'élévation du BV_{max}[1].

Le tableau M10-4 présente la liste des descripteurs qui ont servi de données d'entrée pour l'ACP ainsi que les transformations de variables effectuées pour réduire l'asymétrie des répartitions de fréquence des descripteurs. Puisque l'ACP exige que toutes les variables des profils aient une valeur, certaines autres variables ont été retranchées de la matrice des intrants. En effet, l'épaisseur mise à part, les variables se rapportant à la pycnocline et à la couche de fond ne s'appliquent pas aux profils de type homogène ou mélangé et ont donc été exclues de l'analyse.

Tableau M10-4 : Descripteurs des profils CTD utilisés pour l'analyse en composantes principales (ACP) dans le chenal de Mingan

Descripteur de profil CTD	Transformation de variable
Différence de densité entre la surface et le fond	$Y = X^{0,7}$
Différence de salinité entre la surface et le fond	$Y = X^{0,7}$
Catégorie de stratification [a]	Aucune transformation
Valeur du BV_{max} [b]	$Y = \ln (X)$
Différence de température entre la surface et le fond	$Y = (X + 10)^2$
Profondeur du BV_{max}	$Y = \ln (X)$
Écart-type de la densité de la couche de surface	$Y = \ln (X + 1)$
Écart-type de la salinité de la couche de surface	$Y = \ln (X + 1)$
Écart-type de la température de la couche de surface	$Y = \ln (X + 1)$
Salinité de la couche de surface	Aucune transformation
Densité de la couche de surface	Aucune transformation
Température de la couche de surface	Aucune transformation

a. Le descripteur « catégorie de stratification » prend les valeurs suivantes : 0 (profil homogène), 1 (profil mélangé), 2 (profil stratifié) ou 3 (profil fortement stratifié).

b. Le descripteur « BV_{max} » correspond à l'indice de Brunt-Vaïsala (unité : $seconde^{-1}$) et indique la profondeur de la pycnocline.

L'ACP a permis de réduire le nombre initial de descripteurs, qui pouvaient décrire plusieurs fois le même phénomène, à un nombre restreint de composantes principales (CP) linéairement indépendantes. On a testé la structure spatiale de chacune des CP à l'aide d'un lissage polynomial afin de déceler les tendances d'une variable en fonction des coordonnées X et Y des points d'échantillonnage. Ce modèle a par la suite été mis en plan, pour permettre son interprétation, et a servi à corriger les CP.

[1] BV_{max} : indice de Brunt-Vaïsala indiquant la profondeur de la pycnocline.

Enfin, à l'aide de la régression multiple, on a mis en relation les CP dont la structure spatiale a été corrigée ($CP_{rés}$) avec les variables explicatives suivantes :

- jour julien[1] (du 16 mars au 21 octobre) ;
- phase de la marée (marée basse = -1 ; transition = 0 ; marée haute = 1) ;
- type de marée (vive-eau = 1 ; morte-eau = 0) ;
- débit journalier de la Romaine (de 151 à 1 246 m^3/s).

Pour être incluse dans un modèle de régression multiple, une variable devait présenter un niveau de signification (α) de moins de 5 %. De plus, des modèles de régressions simples ont été calculés entre les $CP_{rés}$ et les variables explicatives prises individuellement. On a par la suite mis en graphique les modèles de régression multiple afin d'en faciliter l'interprétation.

La figure M10-1 résume le plan de l'analyse qui a été effectué en vue d'interpréter les profils CTD en fonction des variables explicatives. Le plan d'analyse a été appliqué séparément à la zone de l'embouchure de la Romaine et à la zone du chenal de Mingan. On a utilisé le logiciel Systat 10 pour effectuer l'ensemble des analyses statistiques.

M10.2.3.3 Profils moyens

Afin de représenter l'enveloppe des variations de salinité et de température à une station donnée, on a produit des profils moyens à partir des profils individuels. Les données relatives aux profils individuels ont été regroupées par tranches de 50 cm, ou plus si le nombre de données par tranche était inférieur à 3. On a calculé la médiane et produit l'enveloppe de dispersion en utilisant les 5^e et 95^e percentiles.

M10.2.3.4 Analyse descriptive

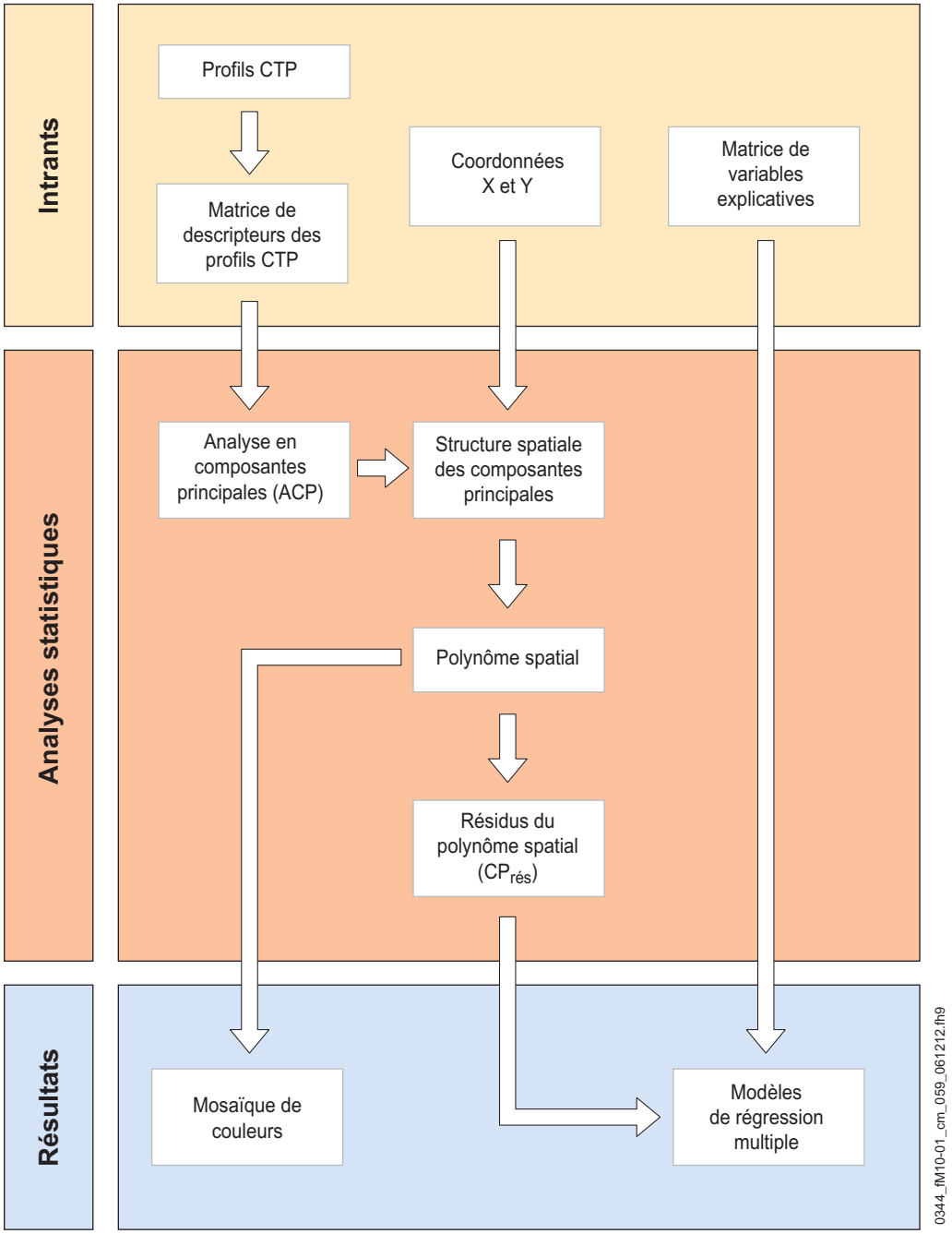
L'analyse descriptive de la colonne d'eau complète l'analyse statistique. Elle est fondée sur l'interprétation d'un tableau de données regroupées pour les onze stations de la zone de l'embouchure de la Romaine et toutes les stations du chenal de Mingan.

Les données ont été réparties en trois groupes, selon trois conditions de mesure :

- débits d'eau douce supérieurs à 500 m^3/s ;
- débits compris entre 200 et 500 m^3/s ;
- conditions d'hiver.

[1] Le jour julien permet de détecter des maximums ou des minimums saisonniers.

Figure M10-1 : Plan de l'analyse objective visant à relier les profils CTD en fonction des variables explicatives



Pour la salinité et la température de la couche de surface et de la couche de fond de chaque station de même que pour chacune des conditions de mesure, on a calculé les descripteurs suivants :

- moyenne ;
- écart-type ;
- valeur minimale ;
- valeur maximale.

M10.3 Références

Bilodeau, L. 1983. *Projet Romaine. Courantométrie et marégraphie dans le chenal de Mingan en août 1980. Séries chronologiques.* Montréal. Hydro-Québec. 19 p et ann.

Environnement Illimité. 2002*a*. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu : océanographie physique et biologique.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.

Environnement Illimité. 2002*b*. *Élaboration d'une approche de validation des données océanographiques. Cas type : delta de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Environnement Illimité. 50 p. et ann.

Environnement Illimité. 2007. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Note technique.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 17 p. et ann.

Laroche, B. 1983. « Dynamique hydraulique et sédimentaire du delta actif de la rivière Romaine ». Mémoire de maîtrise. Rimouski, Université du Québec à Rimouski. 153 p. et ann.

Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.

Lorrain, S., J. Gingras et C. Morin. 2006. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Océanographie physique.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Environnement Illimité. 157 p. et ann.

Therrien, F. 2006. *Aménagement de la rivière Romaine. Aspects glaciologiques de la zone estuarienne.* Préparé pour Hydro-Québec. Longueuil, Prodhyc. 16 p. et ann.

M11 Poissons

- Démarche méthodologique
- Méthodes générales
- Méthodes particulières relatives à l’anguille d’Amérique
- Méthodes particulières relatives au saumon atlantique
- Références

M11.1 Démarche méthodologique

La présente section résume les méthodes générales employées pour décrire les communautés de poissons et les habitats aquatiques du bassin versant de la Romaine (conditions actuelles) de même que leur évolution dans les milieux influencés par le projet (conditions futures) (voir la section M11.2). Les méthodes particulières à l'anguille d'Amérique sont décrites à la section M11.3, tandis que celles qui ont trait au saumon atlantique le sont à la section M11.4 ; ces deux dernières espèces ne sont présentes que dans le tronçon de la Romaine situé en aval de la Grande Chute (PK 52,5), où sera érigé le barrage de la Romaine-1.

Les méthodes de caractérisation des communautés de poissons et de leurs habitats sont décrites en détail dans les différents rapports sectoriels portant sur l'ichtyofaune du complexe de la Romaine. À moins d'indication contraire, l'information relative aux méthodes d'inventaire et au calcul de la production de poissons, résumée dans la présente section, est tirée des rapports suivants :

- GENIVAR Groupe Conseil. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 119 p. et ann.
- Belles-Isles, M., Y. Plourde, P. Pelletier, C. Théberge et P. Thibodeau. 2004. *Complexe Romaine. Aménagement intégral de la rivière Romaine. Étude préliminaire sur les débits réservés et la faune ichtyenne.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 134 p. et ann.
- GENIVAR Groupe Conseil. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 202 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 222 p. et ann.
- GENIVAR. 2007*a*. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique.* Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.-L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.
- GENIVAR. 2007*b*. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 202 p. et ann.
- GENIVAR. 2007*c*. *Évaluation de la franchissabilité des obstacles à la migration du saumon atlantique dans la Romaine, avec une attention spéciale pour les chutes à Charlie. Rapport d'expédition avec les Innus de Mingan*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 7 p. et ann.

L'inventaire des communautés de poissons et des habitats ainsi que l'évaluation de la production piscicole ont été réalisés de manière distincte selon les grands types de milieux aquatiques du bassin versant de la Romaine, soit la rivière elle-même, ses tributaires et les lacs.

La zone d'étude comprend quatre secteurs (Romaine-1, Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4) délimités par les têtes de réservoir. Chacun de ces secteurs est subdivisé en deux sous-secteurs, soit l'aval et l'amont des barrages. Le tableau M11-1 présente leurs limites.

Tableau M11-1 : Délimitation des secteurs d'étude

Secteur	Partie	PK
Romaine-1	Cours aval de la Romaine	0-51,5
	Tronçon court-circuité	51,5-52,5
	Réservoir (partie lacustre) [a]	52,5-69
	Réservoir (partie fluviale) [a]	69-81,8
Romaine-2	Bassin des Murailles	81,8-83,7
	Tronçon court-circuité	83,7-90,3
	Réservoir	90,3-155
Romaine-3	Tronçon court-circuité	155-158,4
	Réservoir	158,4-190,3
Romaine-4	Tronçon court-circuité	190,3-191,9
	Réservoir	191,9-289,2

a. Les parties lacustre et fluviale du réservoir de la Romaine 1 sont délimitées en fonction de la vitesse d'écoulement, la limite étant de 0,3 m/s.

Toutes les données recueillies au cours des campagnes de terrain ont été consignées dans une base de données. Les stations, les sites et les activités de pêche ont été référencés géographiquement.

On a incorporé les données de cette base dans un système d'informations géographiques (SIG) géré à l'aide du logiciel MapInfo 7.8. Elles sont hiérarchisées dans l'espace selon les concepts suivants :

- Une *station* est un ensemble géographique large permettant une intégration globale de l'information (ex. : sous-bassin hydrographique, lac).
- Un *site* est un espace restreint représentant une intégration locale selon les besoins de l'activité à réaliser (ex. : segment homogène, frayère).
- Une *parcelle* est un point d'échantillonnage précis à l'intérieur d'un site (ex. : mesure de la vitesse d'écoulement et caractérisation du substrat à un endroit d'une frayère).
- Chacun des efforts de pêche constitue un élément ponctuel référencé dans l'espace (ex. : emplacement d'un engin de pêche).

M11.2 Méthodes générales

M11.2.1 Inventaire des communautés de poissons

Les espèces cibles des campagnes de pêche sont l'anguille d'Amérique, le grand brochet, le grand corégone, le meunier noir, le meunier rouge, l'omble chevalier, l'omble de fontaine, la ouananiche, la ouitouche, le saumon atlantique et le touladi. On a déterminé, pour chacune de ces espèces, la structure des populations ainsi que les principaux paramètres de la dynamique des populations. On a regroupé tous les spécimens des espèces capturées dans le cours principal des rivières Romaine et de l'Abbé-Huard, et on a considéré qu'ils appartenaient à la même population. Il en est de même pour les tributaires. En revanche, on a considéré que chaque lac abritait une population distincte de poissons.

Des stratégies d'échantillonnage particulières ont été élaborées pour chacun des milieux. Les cartes en pochette des rapports d'inventaire de l'ichtyofaune en 2004 et en 2005 (GENIVAR Groupe Conseil, 2005, et GENIVAR, 2006) et de l'étude des habitats et de la production de poissons (GENIVAR, 2007*b*) montrent les emplacements de pêche.

Aucune pêche au filet n'a été effectuée dans la rivière Romaine à l'aval de la Grande Chute (PK 52,5), en raison de la présence du saumon atlantique.

M11.2.1.1 Rivière Romaine

Les stations de pêche dans les grands cours d'eau ont été choisies sur tout le cours de la Romaine, y compris la portion inférieure de la rivière de l'Abbé-Huard. On les a présélectionnées à partir d'images aériennes, puis retenues définitivement à l'issue d'un survol en hélicoptère qui a eu lieu au début de la campagne de pêche. La sélection des stations de pêche est justifiée par leur répartition sur l'ensemble du cours d'eau et par la diversité des types d'habitats qu'on y trouve[1].

Les pêches ont été effectuées du 6 juillet au 4 septembre 2004 et du 22 juillet au 10 août 2005 au moyen de quatre techniques : filet maillant expérimental, seine de rivage, nasse et ligne.

Le filet maillant expérimental mesure 45 m de longueur sur 2,4 m de hauteur et comporte 6 panneaux, dont les grandeurs de mailles étirées sont les suivantes : 25, 38, 50, 64, 76 et 102 mm. Les mailles en nylon tressé sont montées avec un coefficient de maillage de 50 %. Les filets ont été laissés en place pour des périodes d'environ 24 heures (sauf si les conditions météorologiques empêchaient leur levée).

[1] Dans la Romaine, une station est un tronçon de longueur variable renfermant une diversité plus ou moins grande d'habitats (voir le tableau M11-9). Chaque habitat type représente un site à l'intérieur duquel un ou plusieurs engins de pêche peuvent être utilisés.

La seine de rivage mesure 22,9 m de longueur sur 1,5 m de hauteur. Elle possède une poche à mailles de 1 mm et est munie de deux ailes à mailles de 3 mm. On l'a utilisée dans les zones d'eau peu profonde (1,5 m et moins).

La ligne a été employée dans un rapide, trois seuils, trois chenaux et trois bassins répartis entre les parties sud et nord de la zone d'étude. À chaque endroit, la pêche consistait à couvrir, durant une heure, une superficie de 450 m^2. Pour ce faire, on a effectué successivement 30 minutes de pêche à la mouche et 30 minutes de pêche au leurre.

La nasse appâtée a été utilisée à l'amont du PK 52,5, afin de capturer les espèces de petite taille qui ne peuvent être prises au filet maillant et de compléter ainsi la liste des espèces présentes. Elle était laissée en place pendant 24 heures.

Pour dresser le portrait des communautés de poissons de la Romaine, on a regroupé les résultats de pêche selon les différents engins utilisés en 2004 et en 2005, afin de tenir compte des variations d'habitats. Ainsi, les pêches au filet maillant expérimental permettent de capturer la plupart des poissons qui se déplacent en zone profonde, ceux-ci étant de plus forte taille qu'en zone littorale (peu profonde). Dans cette dernière, où la limite de profondeur a été établie à 1,5 m et moins, la seine constitue un bien meilleur engin, puisqu'elle permet de ramener les poissons de petite taille qui fréquentent cette zone.

Bien que les données recueillies sur les poissons pêchés à la nasse et à la ligne aient permis de mieux connaître la dynamique des populations, on ne les a pas utilisées pour déterminer l'abondance des différentes espèces présentes ni les structures des communautés.

Les pêches au filet maillant expérimental ont eu lieu dans 42 stations en 2004 et dans 12 stations en 2005, avec des efforts de pêche respectifs de 128 et 15 filets-jours (voir le tableau M11-2). Quant à la seine, on l'a utilisée 43 fois dans 26 stations de pêche en 2004 et 17 fois dans 15 autres stations en 2005.

On n'a installé aucun filet maillant expérimental dans la Romaine en aval du barrage de la Romaine-1 en raison de la présence du saumon atlantique. Des inventaires ont cependant été réalisés à l'aval du PK 52,5 dans le cadre d'études antérieures sur cette espèce. Ils ont été effectués à l'aide de filets-trappes, de cannes à pêche, de seines ainsi que de pêches à l'électricité et d'observations en apnée. On ne peut toutefois recourir aux résultats de ces inventaires pour la présente étude, parce qu'ils visaient une espèce en particulier (le saumon atlantique) et qu'ils ne sont pas comparables aux inventaires effectués en 2004 et en 2005 en amont du barrage de la Romaine-1 projeté.

Tableau M11-2 : Effort de pêche au filet maillant expérimental et à la seine de rivage dans la Romaine – 2004 et 2005

Secteur	Engin de pêche	Unité	Effort de pêche [a]
Romaine-1	Filet maillant expérimental Seine de rivage	Filet-jour Coup	10 10
Romaine-2	Filet maillant expérimental Seine de rivage	Filet-jour Coup	47 24
Romaine-3	Filet maillant expérimental Seine de rivage	Filet-jour Coup	31 8
Romaine-4	Filet maillant expérimental Seine de rivage	Filet-jour Coup	55 18
Total	Filet maillant expérimental Seine de rivage	Filet-jour Coup	143 60

a. Lorsque des pêches ont été réalisées en 2004 et en 2005 à un site donné, l'effort de pêche comptabilisé à ce site comprend celui de 2004 mais exclut l'effort de 2005.

Variabilité interannuelle

On a effectué un effort de pêche supplémentaire en 2005 dans 26 % des stations déjà échantillonnées en 2004 afin d'évaluer la variabilité interannuelle. Ainsi, 14 stations ont fait l'objet de 32 nuits de pêche au filet maillant expérimental en 2004 et de 28 nuits en 2005, alors qu'à 10 autres stations il y a eu 17 coups de seine en 2004 et 15 en 2005 à un même endroit. Par rapport à 2004, cela correspond à un effort supplémentaire de 20 % avec le filet maillant (28 filets-jours sur 143) et de 25 % avec la seine (15 coups de seine sur 60) aux mêmes emplacements.

On a comparé les rendements de pêche des campagnes de 2005 à ceux de 2004 à l'aide d'un test de Wilcoxon pour échantillons appariés et d'un test du khi carré (χ^2). Le premier permet de détecter si la différence entre les rendements de pêche de 2004 et ceux de 2005 est significative ($p < 0{,}05$), tandis que le deuxième sert à déterminer si les différences interannuelles de rendement de pêche par espèce de poisson sont significatives.

Quant à la variabilité interannuelle des rendements de pêche, on l'a évaluée en additionnant et en soustrayant deux fois l'écart-type du rendement moyen obtenu pour chaque espèce pêchée en 2004 et en 2005 ; cette approche permet d'obtenir une plage de données dans laquelle les rendements de pêche devraient se situer dans au moins 95 % des cas. On présume ici qu'en l'absence d'une exploitation soutenue des ressources halieutiques, comme c'est actuellement le cas dans la zone d'étude, les rendements de pêche sur plusieurs années devraient suivre une loi de distribution normale. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

M11.2.1.2 Tributaires

Le bassin de la Romaine compte 330 tributaires à écoulement permanent dans la zone d'étude (PK 0-289,2), dont 264 sont situés à l'intérieur des aires qui seront ennoyées par les réservoirs de la Romaine. Les 31 tributaires retenus pour l'échantillonnage ont été répartis à peu près également entre les parties sud et nord de la zone d'étude (voir le tableau M11-3). Dans chaque tributaire, on a positionné une à six parcelles (exceptionnellement sept dans le tributaire R2233289D en 2005) selon la taille et l'accessibilité du cours d'eau. Les parcelles devaient couvrir l'ensemble du tributaire et représenter une proportion équivalente de milieux lotiques (eaux vives) et lentiques (eaux calmes). Les pêches dans les tributaires ont été réalisées du 23 juillet au 10 septembre 2004 et du 21 juillet au 8 août 2005.

Deux types d'engins ont été utilisés : un appareil de pêche à l'électricité et une canne à mouche. On s'est principalement servi d'un appareil de pêche à l'électricité Smith-Root (modèle LR-24), dont la puissance était ajustée à environ 900 V.

Les pêches à l'électricité ont été effectuées à raison d'une parcelle fermée (ceinturée d'une seine) pour deux à trois parcelles ouvertes (non ceinturées d'une seine). Il y avait au moins une parcelle fermée par tributaire. On a effectué quatre passages d'environ 15 minutes dans les parcelles fermées, en laissant une période de 15 minutes de repos entre chaque passage, et un seul passage dans les parcelles ouvertes. On a noté le nombre de captures par espèce et le temps de pêche effective (durée totale d'électrification) à chaque passage. Chaque parcelle de pêche avait une superficie de 100 m^2 ; un bloc de sel était placé à l'amont de chacune d'elle de manière à augmenter la conductivité de l'eau. Tous les poissons capturés ont été mesurés.

On a eu recours aux données de pêche à l'électricité pour établir la dynamique des populations, l'abondance et la densité des poissons. Dans les bassins trop profonds pour la pêche à l'électricité, on a eu recours à la pêche à la mouche ; les données de cette pêche ont servi à compléter les données de pêche à l'électricité utilisées pour établir la dynamique des populations de poissons.

Le tableau M11-4 précise l'effort de pêche à l'électricité dans les tributaires de la Romaine en 2004 et en 2005. L'effort de pêche a été divisé dans le secteur de la Romaine-1, compte tenu que le cortège d'espèces diffère entre l'aval et l'amont du barrage. L'effort de pêche à l'électricité effectué au cours des deux années représente 58,19 heures.

Tableau M11-3 : Répartition de l'effort de pêche à l'électricité dans les tributaires – 2004 et 2005

Secteur	Nombre de tributaires [a]		2004			2005		
	Non ennoyés [b]	Ennoyés	Tributaire échantillonné	Nombre de parcelles	Effort (h)	Tributaire échantillonné	Nombre de parcelles	Effort (h)
Romaine-1 (aval)	52	0	R0094018D	2	1,03			
			R0171028D	3	1,33			
			R0462059D	5	2,82			
			R0512064D	4	2,50	R0512064D	4	2,42
Total partiel	*52*	*0*	*4*	*14*	*7,68*	*1*	*4*	*2,42*
Romaine-1 (amont)	0	32	R0530067D	1	0,93			
			R0532055G	3	1,28	R0532055G	3	1,35
			R0594076D	3	1,67			
			R0631074G	6	2,85	R0631074G	6	3,77
Total partiel	*0*	*32*	*4*	*13*	*6,73*	*2*	*9*	*5,12*
Romaine-2	9 [c]	70	A0140018D	3	1,48	A0140018D	3	1,83
			R0921127D	4	1,62			
			R0951132D	4	2,20	R0951132D	4	2,13
			R1138149G	3	1,20	R1138149G	3	1,07
			R1210159G	3	1,52	R1210159G	3	1,27
			R1280177D	4	1,48	R1280177D	4	1,70
			R1354177G	3	1,30			
			R1489204D	1	0,25			
			R1490188G	1	0,30			
Total partiel	*9*	*70*	*9*	*26*	*11,35*	*5*	*17*	*8,00*
Romaine-3	2	57	R1661216G	3	1,53	R1661216G	2	0,65
			R1686228D	3	1,42	R1686228D	3	2,23
			R1724224G	6	3,75			
			R1813233G	2	2,20			
			R1877249D	6	3,77	R1877249D	6	3,28
Total partiel	*2*	*57*	*5*	*20*	*12,67*	*3*	*11*	*6,17*
Romaine-4	3	105	R1983264D	5	2,53			
			R2039263G	2	1,20			
			R2143280D	5	2,85	R2143280D	5	3,05
			R2171284D	5	2,03			
			R2188278G	3	1,38	R2188278G	3	1,02
			R2233289D	6	2,80	R2233289D	7	3,78
			R2766328D	6	3,15			
			R2834333D	3	0,82	R2834333D	3	0,97
			R2841335G	4	2,10			
Total partiel	*3*	*105*	*9*	*39*	*18,87*	*4*	*18*	*8,82*
Total	66	264	31	112	57,30	15	59	30,52

a. Tributaires dont l'écoulement est permanent sur les cartes numériques à l'échelle de 1 : 20 000.
b. Sauf en aval du barrage de la Romaine-1, il s'agit des tributaires situés dans les tronçons court-circuités.
c. Y compris quatre tributaires du bassin des Murailles.

Tableau M11-4 : Effort de pêche à l'électricité dans les tributaires – 2004 et 2005

Secteur	Passage	Effort (h) [a]		
		Parcelle fermée	Parcelle ouverte	Total
Romaine-1 (aval)	1	1,58	2,22	3,80
	2	1,40		1,40
	3	1,33		5,33
	4	1,15		1,15
	Total partiel	*5,46*	*2,22*	*7,68*
Romaine-1 (amont)	1	1,12	2,15	3,27
	2	1,05		1,05
	3	1,17		1,17
	4	1,08		1,08
	5	0,17		0,17
	Total partiel	*4,59*	*2,15*	*6,74*
Romaine-2	1	1,92	4,32	6,23
	2	1,72		1,72
	3	1,72		1,72
	4	1,68		1,68
	Total partiel	*7,03*	*4,32*	*11,35*
Romaine-3	1	2,48	3,35	5,83
	2	2,25		2,25
	3	2,22		2,22
	4	2,12		2,12
	5	0,25		0,25
	Total partiel	*9,32*	*3,35*	*12,67*
Romaine-4	1	3,80	6,47	10,27
	2	3,32		3,32
	3	3,22		3,22
	4	2,95		2,95
	Total partiel	*13,28*	*6,47*	*19,75*
Total		39,68	18,51	58,19

a. Lorsque des pêches ont été effectuées en 2004 et en 2005 dans une parcelle donnée, l'effort de pêche attribué à cette parcelle comprend celui de 2004 mais exclut celui de 2005.

Variabilité interannuelle

Comme pour la Romaine, on a échantillonné en 2005 une bonne partie (51 %) des parcelles de pêche sélectionnées en 2004, soit 58 parcelles réparties dans 15 tributaires, afin d'évaluer la variabilité interannuelle du rendement de pêche. L'effort à ces stations totalise 30,52 heures (voir le tableau M11-3). Tout comme

pour la Romaine, le test de Wilcoxon pour échantillons appariés et le test du khi carré ont servi à déterminer si les rendements globaux (toutes espèces confondues) et les rendements par espèce sont différents d'une année à l'autre ($p < 0,05$). On a évalué la variabilité interannuelle des rendements de pêche en ajoutant et en soustrayant deux fois l'écart-type à la valeur moyenne des rendements obtenus pour chaque espèce lors des campagnes d'échantillonnage de 2004 et de 2005. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

M11.2.1.3 Lacs

Parmi les 275 lacs situés à l'intérieur des limites des réservoirs projetés, on en a sélectionné 15 (8 en 2004 et 7 en 2005) en vue de brosser le portrait de leur communauté de poissons. Ils ont été séparés en trois classes de superficies, soit de 0 à 5 ha, de 5 à 50 ha et 50 ha et plus. On a ensuite procédé à un tirage au sort dans ces trois classes pour sélectionner les lacs, en proportion de leur superficie totale dans chacune des zones d'ennoiement (voir le tableau M11-5).

Tableau M11-5 : Répartition et superficie des lacs ennoyés

Catégorie	Secteur	Nombre de lacs	Superficie des lacs (ha) [a]				Nombre de lacs sélectionnés
			Total	Moyenne	Minimum	Maximum	
0-5 ha	Romaine-1	9	10,48	1,16	0,09	2,36	1
	Romaine-2	52	44,21	0,85	0,05	4,90	1
	Romaine-3	44	35,85	0,81	0,07	4,31	0
	Romaine-4	134	123,96	0,93	0,07	4,95	1
	Total partiel	*239*	*214,50*	*0,94*	*0,05*	*4,95*	*3*
5-50 ha	Romaine-1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Romaine-2	12	155,61	12,97	5,47	39,05	3
	Romaine-3	1	5,81	5,81	5,81	5,81	1
	Romaine-4	20	457,63	22,88	5,30	42,69	6
	Total partiel	*33*	*619,05*	*10,41*	*5,30*	*42,69*	*10*
50 ha et plus	Romaine-1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Romaine-2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Romaine-3	1	87,75	87,75	87,75	87,75	1
	Romaine-4	2	185,12	92,56	79,76	105,36	1
	Total partiel	*3*	*272,87*	*45,08*	*79,76*	*105,36*	*2*
Total		275	1 106,42	18,81	0,05	105,36	15

a. La superficie des lacs est déterminée à l'aide du logiciel MapInfo (version 7.8) à partir des cartes numériques à l'échelle de 1 : 20 000.

Les pêches dans les lacs ont été réalisées du 6 juillet au 14 septembre 2004 et du 3 au 12 août 2005 au moyen de filets maillants expérimentaux. Ces filets sont les mêmes que ceux qui ont été utilisés dans la Romaine. On s'est également servi de la seine de rivage pour compléter l'échantillonnage dans la plupart des plans d'eau. En amont du barrage de la Romaine-1, la petite taille des lacs et leur faible profondeur n'ont pas permis le mouillage des filets ni l'usage de la seine (lacs de tourbière). Toutefois, en 2005, on a échantillonné l'un d'eux (lac n° 106) à l'aide de la

nasse pour obtenir un portrait des espèces de poissons qui pouvaient se trouver dans l'environnement lacustre de ce secteur. Ce lac possède une superficie de 0,95 ha et la profondeur maximale y est de 0,3 m.

Dans les quatorze lacs échantillonnés à l'aide des filets maillants expérimentaux, l'effort de pêche a varié de deux à dix filets-jours selon la superficie du lac, ce qui respecte les normes provinciales d'échantillonnage pour l'omble de fontaine (Québec, MEF, 1994). L'effort total de pêche s'élève à 72 filets-jours (voir le tableau M11-6). De façon générale, on a positionné la moitié des filets près des rives, à une profondeur de 0-4 m, alors qu'on a installé l'autre moitié plus au centre de chaque lac, à une profondeur supérieure à 4 m. Les filets étaient laissés en place pour une période de 18 à 24 heures (sauf si les conditions météorologiques ne permettaient pas leur levée au terme de ce délai). Lorsque les conditions de la station le permettaient, on effectuait un coup de seine. Des nasses appâtées (pendant 24 heures) accompagnaient les filets aux stations peu profondes où l'emploi de la seine était impossible. Dans le lac n° 106, l'effort de pêche a consisté à employer deux nasses pendant une nuit.

Tableau M11-6 : Effort de pêche au filet maillant expérimental dans les lacs ennoyés – 2004 et 2005

Lac	Secteur	PK	Superficie (ha) [a]	Latitude nord	Longitude ouest	Effort (filet-jour) [b]		
						Zone littorale (4 m et moins)	Zone profonde (plus de 4 m)	Total
1	Romaine-2	97	3,20	50° 43′ 05″	63° 14′ 13″	2,00	2,00	4,00
2	Romaine-2	131	14,03	51° 04′ 01″	63° 10′59″	1,00	3,00	4,00
3	Romaine-3	175	87,42	51° 16′ 12″	63° 19′34″	3,00	5,00	8,00 [c]
4	Romaine-4	200	104,91	51° 22′ 05″	63° 38′ 13″	6,00	4,00	10,00
5	Romaine-4	218	25,44	51° 24′ 25″	63° 44′ 49″	3,00	1,00	4,00 [c]
6	Romaine-4	226	38,40	51° 28′ 37″	63° 50′ 35″	5,00	5,00	10,00 [c]
7	Romaine-4	257	4,65	51° 43′ 03″	63° 43′ 19″	–	2,00	2,00 [c]
8	Romaine-4	276	7,21	51° 49′ 26″	63° 43′ 41″	3,00	3,00	6,00
47	Romaine-4	260	5,32	51° 44′ 16″	63° 43′ 59″	2,00	3,00	5,00
101	Romaine-2	98	11,48	50° 42′ 45″	63° 13′ 01″	–	4,00	4,00
102	Romaine-2	135	13,53	51° 01′ 32″	63° 18′ 00″	3,00	1,00	4,00
103	Romaine-3	172	5,81	51° 14′ 02″	63° 20′ 41″	1,00	3,00	4,00
104	Romaine-4	194	40,81	51° 23′ 08″	63° 30′ 53″	2,00	1,00	3,00
105	Romaine-4	114	6,87	50° 52′ 09″	63° 11′ 06″	3,00	1,00	4,00
Total			369,08	–	–	34	38	72

a. La superficie des lacs provient des images à haute résolution XEOS ; elle peut donc différer légèrement de celle du tableau M11-5.

b. L'effort de pêche dans certains lacs varie entre les deux zones parce que la limite de profondeur entre celles-ci a été établie *a posteriori*.

c. Dans les lacs nos 3, 5, 6 et 7, lorsque des pêches ont été réalisées en 2004 et en 2005 à un site donné, l'effort de pêche à ce site comprend celui de 2004 mais exclut celui de 2005

Variabilité interannuelle

Quatre lacs échantillonnés en 2004 (lacs nos 3, 5, 6 et 7), soit 29 % des quatorze lacs où il y a eu des pêches au filet maillant, ont été échantillonnés de nouveau en 2005 pour comparer leurs rendements de pêche. Les rendements obtenus lors des deux campagnes de pêche ont été comparés pour chaque lac à l'aide des tests de Wilcoxon pour échantillons appariés (rendements globaux) et du khi carré (rendements par espèce).

On n'a pas effectué l'addition et la soustraction de deux fois les écarts-types à la valeur moyenne du rendement sur les deux années d'échantillonnage (2004 et 2005) pour obtenir une estimation de la variabilité interannuelle de pêche parce que les rendements sont très variables d'un lac à l'autre et que les intervalles de confiance obtenus pour chaque lac n'apportent pas l'information pertinente pour l'ensemble des lacs de la zone d'étude. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

M11.2.1.4 Caractéristiques de population

Tous les poissons pêchés ont été mesurés. Dans le cas des espèces cibles, les spécimens morts ou moribonds ont été pesés et conservés pour le prélèvement des structures osseuses (lecture d'âge) ainsi que pour la détermination du sexe et de la maturité sexuelle selon l'échelle de Bückmann (1929). En ce qui concerne les tributaires, on a sacrifié les poissons capturés tous les trois jours de pêche à l'électricité ainsi que les poissons pris au cours de la deuxième journée de pêche à la mouche. Au laboratoire, on a pesé tous les poissons, mais seules les espèces cibles ont servi aux prélèvements de structures osseuses ainsi qu'à la détermination du sexe et de la maturité sexuelle.

Étant donné le nombre considérable de captures réalisées pour certaines espèces, il a fallu constituer un sous-échantillon basé sur la fréquence relative des classes de longueurs pour déterminer l'âge des poissons. On a sélectionné les structures osseuses de manière à couvrir l'ensemble des classes de longueurs des captures, en incluant le plus petit et le plus grand individu de chaque espèce. Le nombre de structures osseuses retenues dans chaque classe est proportionnel à la fréquence relative de cette classe de longueurs. Tous les spécimens de la plus petite et de la plus grande classe de longueurs ont été conservés pour la lecture d'âge. Sauf exception (ex. : ouananiche et touladi), la taille minimale d'échantillon retenue pour l'analyse de la dynamique des populations des espèces cibles est de 10 poissons.

La méthode de préparation des structures osseuses diffère selon l'espèce. Chez le grand brochet, on a placé le cleithrum sous un microscope binoculaire pour déterminer directement l'âge du poisson par transparence. Avec l'omble de fontaine, on a poncé l'otolithe à l'aide d'un papier de verre très fin pour le lire au microscope binoculaire. Pour l'anguille d'Amérique, le grand corégone, l'omble chevalier et le

touladi, l'otolithe a été enrobé de résine (Araldite) ; on en a taillé une couche mince à l'aide d'une scie Isomet, puis on a fixé cette couche sur une lame et on l'a poncée. Les écailles de saumon et de ouananiche ont été lavées dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 3 %, puis montées entre deux lames de verre. La préparation des rayons de nageoire pectorale, utilisés pour déterminer l'âge des meuniers, a été identique à celle des otolithes de grand corégone.

On a effectué deux lectures indépendantes, par deux lecteurs, de chaque structure. En cas de différence d'âge entre les deux lectures, le lecteur le plus expérimenté ou un troisième lecteur effectuait une lecture supplémentaire afin d'attribuer au poisson un âge définitif.

Pour chaque espèce capturée dans les rivières Romaine et de l'Abbé-Huard, dans les tributaires ainsi que dans les lacs, on a déterminé les paramètres de taille et de poids suivants :

- longueur (mm) totale moyenne et écart-type ;
- longueur (mm) totale du plus petit poisson ;
- longueur (mm) totale du plus grand poisson ;
- masse (g) moyenne et écart-type ;
- masse (g) du plus petit poisson ;
- masse (g) du plus gros poisson ;
- coefficient de condition moyen et écart-type.

Le coefficient de condition est celui de Fulton (Ricker, 1980), exprimé par l'équation suivante :

$$K_f = (M \times 10^5) / L^3$$

Équation M11-1

où :

K_f est le coefficient de condition de Fulton ;

M est la masse (g) ;

L est la longueur totale (mm).

Ce coefficient permet d'évaluer le degré d'embonpoint des poissons par rapport à celui d'autres populations de la même espèce.

On a décrit la structure des populations de poissons à l'aide de la distribution de la taille des poissons capturés par classe de longueurs. Quant à la masse des poissons mesurés mais non pesés, on l'a estimée à l'aide de la relation masse-longueur. Cette relation a été établie avec les poissons dont la masse et la longueur étaient disponibles, à partir de la relation suivante :

$$M = aL^b$$

Équation M11-2

où :

M est la masse (g) ;

L est la longueur totale (mm) ;

a et b sont les coefficients calculés par la régression linéaire de type 1 $\log_{Lt} - \log_M$ (Froese et Pauly, 2005).

La croissance en longueur des poissons provient du modèle de von Bertalanffy (1934) :

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Équation M11-3

où :

L_t est la longueur totale au temps t ;

L_∞ est la longueur asymptotique ou la longueur maximale estimée que pourraient atteindre les poissons si la mortalité était nulle ;

k est le coefficient de croissance de Brody, équivalent à la pente de la droite de Walford ; il correspond au taux auquel la croissance diminue au fur et à mesure que le poisson vieillit ;

t est l'âge du poisson (années) ;

t_0 est l'âge estimé où le poisson avait théoriquement une longueur nulle.

Ces paramètres de croissance ont été calculés à partir des lectures d'âge et des longueurs à la capture.

La valeur de chaque paramètre de l'équation de von Bertalanffy a été déterminée à partir de sept logiciels spécialisés. On a ainsi obtenu plusieurs combinaisons de valeurs de k et de L_∞. Puisque chaque combinaison représente une solution valable pour l'équation de von Bertalanffy, on a établi pour chacune le coefficient de performance de croissance Φ' (Munro et Pauly, 1983 ; Pauly et Munro, 1984) afin de déterminer l'équation la plus vraisemblable. Ce coefficient se définit comme suit :

$$\Phi' = \log(K) + 2\log(L_\infty)$$

Équation M11-4

Le coefficient de performance de croissance varie généralement peu chez une même espèce, ce qui permet d'évaluer la fiabilité d'une courbe de croissance. Les valeurs de Φ' calculées pour chacune des courbes de croissance ont été comparées à la valeur proposée dans la base de données FishBase (Froese et Pauly, 2005) pour chaque espèce. On a conservé l'équation qui présentait la valeur de Φ' la plus proche de celle qui est indiquée dans FishBase.

L'âge moyen pondéré à la maturité sexuelle (Z') a été évalué selon la méthode décrite par Lysak (1980) à partir de l'équation suivante :

$$Z' = \left[A_1K_1 + A_2(K_2 - K_1) + \square A_n(K_n - K_{n-1})\right] / \left[K_1 + (K_2 - K_1) + \square\left(K_n - K_{n-1}\right)\right]$$

Équation M11-5

où :

Z' est l'âge moyen pondéré à maturité (années) ;

A est l'âge (années) ;

K est le pourcentage d'individus matures pour chacun des âges.

Le taux instantané de mortalité totale (Z) provient de la méthode des âges codés de Robson et Chapman (1961). Cette méthode permet de déterminer le taux de survie annuel à partir duquel la mortalité est déduite. Selon cette méthode :

$$S = T / (n + T - 1)$$

Équation M11-6

où :

S est le taux de survie annuel ;

$T = 0N_0 + 1N_1 + 2N_2 + \ldots + kN_k$;

$n = N_0 + N_1 + N_2 + \ldots + N_k$;

N est le nombre de captures pour chacun des âges (de 0 à k).

Le taux de mortalité totale (A) est ensuite déterminé par :

$$A = 1 - S$$

Équation M11-7

et le taux instantané de mortalité totale (Z), par :

$$Z = -\ln S$$

Équation M11-8

Lorsque les données s'y prêtaient, on a élaboré une clé âge-longueur afin de pouvoir attribuer un âge aux poissons sans lecture d'âge. Cela a permis d'augmenter les effectifs de certains groupes d'âge sous-représentés dans le sous-échantillon qui a fait l'objet des lectures d'âge et, par conséquent, d'améliorer la précision du calcul de mortalité.

Dans certains cas (ex. : ouitouche de la Romaine, grand corégone des lacs n^{os} 3 et 5, et grand brochet des lacs n^{os} 6 et 8), les effectifs par groupe d'âge étaient insuffisants pour le calcul de la mortalité. On a donc estimé celle-ci en faisant la moyenne des valeurs obtenues par trois méthodes théoriques basées sur différents paramètres de la dynamique des populations, soit celles d'Hoenig (1982), de Beverton et Holt (1956) et d'Ault et Ehrhardt (1991).

M11.2.2 Inventaires des habitats aquatiques

M11.2.2.1 Inventaire des habitats types

M11.2.2.1.1 Conditions actuelles

Prise d'images verticales à haute résolution XEOS

Des images XEOS à haute résolution ont été prises du haut des airs entre le 1er et le 10 septembre 2004, au moyen d'un appareil photo numérique fixé à un avion. Les survols ont été effectués à basse altitude selon des lignes de vol préétablies.

On a ainsi couvert l'estuaire de la Romaine, son cours principal (PK 0-295) ainsi que 59 tributaires sélectionnés, dont les principaux sont les rivières Romaine Sud-Est, de l'Abbé-Huard, Garneau, Bernard, Baubert, Jérôme et aux Sauterelles ainsi que la Petite rivière Romaine. La couverture des tributaires situés dans les tronçons court-circuités de la Romaine-2 et de la Romaine-4 a été réalisée jusqu'au premier obstacle infranchissable visible sur les photographies aériennes. Aucun tributaire permanent visible à l'échelle de 1 : 20 000 ne se jette dans le tronçon court-circuité de la Romaine-1 et trois seulement se jettent dans celui de la Romaine-3. Par ailleurs, on n'a pas effectué de nouvelle couverture pour les principaux tributaires de la Romaine en aval du barrage de la Romaine-1, puisqu'on les avait déjà caractérisés en 2001. Les tributaires des réservoirs projetés ont été couverts jusqu'au premier obstacle infranchissable ou seuil naturel dépassant le niveau d'exploitation maximal prévu de chaque réservoir. La photo-interprétation des habitats s'arrête aux limites de la zone d'étude lorsque aucun obstacle infranchissable ou seuil naturel n'est présent au-delà des limites de réservoir.

Chaque image couvre environ 900 m de largeur au sol et atteint une précision de 30 cm par pixel après avoir été traitée numériquement. Ces images sont géoréférencées et elles se chevauchent sur 60 % de leur couverture, ce qui permet un assemblage linéaire d'images en mosaïque, corrigé à partir des fonds cartographiques à l'échelle de 1 : 20 000. La Romaine est ainsi entièrement couverte par une mosaïque (jusqu'au PK 295), alors que la rivière de l'Abbé-Huard l'est pour ses quinze premiers kilomètres seulement. Aucun des autres cours d'eau couverts n'a fait l'objet d'un assemblage d'images en mosaïque.

Photo-interprétation des habitats fluviaux

On a photo-interprété la rivière Romaine en subdivisant les milieux hydriques en unités homogènes d'habitat selon leur faciès d'écoulement (voir le tableau M11-7) et la granulométrie du substrat (voir le tableau M11-8). On a pu ainsi établir treize habitats types (voir le tableau M11-9), représentant chacun une combinaison d'un faciès d'écoulement donné et d'une granulométrie particulière. Il est à noter que la vitesse d'écoulement et la taille granulométrique du substrat diminuent à mesure

qu'augmente le chiffre d'un habitat type donné (ex. : Ch1, Ch2 et Ch3). La taille du cours principal de la Romaine a permis ce type de subdivision, puisqu'on peut distinguer plusieurs faciès d'écoulement et compositions granulaires sur une même section transversale. Une unité est généralement plus petite qu'un segment homogène et peut correspondre à des zones peu profondes situées près des rives, au thalweg, ou à des hauts-fonds au centre de la rivière.

Tableau M11-7 : Faciès d'écoulement

Faciès d'écoulement	Description
Chute (Ct)	Segment d'un cours d'eau où le lit présente une dénivellation brusque. Le lit est alors constitué de roches en place avec, quelquefois, de très gros blocs. Il s'agit d'un obstacle souvent infranchissable pour les poissons qui se déplacent pour s'alimenter ou migrent pour se reproduire.
Cascade (Ca)	Rupture de pente en forme d'escalier, où dominent les blocs et le roc comme composantes du lit. Ce type d'obstacle est habituellement franchissable, quoiqu'il puisse être, à certains endroits, insurmontable par les poissons.
Rapide (Ra)	Légère rupture de pente où le courant est fort et où la surface de l'eau est brisée par la présence de matériaux grossiers qui affleurent. La granulométrie du lit s'échelonne généralement des galets aux gros blocs.
Seuil (Se)	Secteur peu profond constituant un haut-fond ou une légère rupture de pente du lit du cours d'eau. L'écoulement y est assez rapide et la granulométrie se situe habituellement dans la gamme des graviers, cailloux et galets.
Chenal (Ch)	Segment où la profondeur d'eau, d'environ 1 m et plus, est constante. Le courant varie de modéré à lent et la surface de l'eau demeure lisse. La granulométrie des matériaux varie du sable au galet.
Bassin (Ba)	Zone d'eau profonde située souvent au pied d'un obstacle et correspondant, la plupart du temps, à un élargissement du cours d'eau. Le courant y est lent, favorisant ainsi la sédimentation. Les bassins intercalés dans des sections de chutes et de cascades font cependant exception à cette définition : de dimensions plus restreintes, ils sont constitués principalement de roc et de matériaux grossiers.
Lac (La)	Section lentique (eaux calmes) correspondant à un élargissement du cours d'eau.
Estuaire (Es)	Embouchure d'un cours d'eau, dessinant dans le rivage une sorte de golfe évasé et profond.

Source : Adapté de Boudreault, 1984.

La haute définition des images XEOS a permis de délimiter les zones profondes et peu profondes dans les habitats reconnus par photo-interprétation qui se trouvent le long des rives de la Romaine. En se fondant sur différents indices de profondeur optimale chez les juvéniles des espèces cibles dans la zone d'étude, on a établi la limite entre les deux zones à 1,5 m de profondeur (GENIVAR, 2007*b*). Pour tracer la délimitation entre les deux zones, on a relié tous les points des sections bathymétriques relevées sur le terrain dont la profondeur était de 1,5 m en suivant le contour des rives, des îles et des hauts-fonds.

Tableau M11-8 : Classes granulométriques

Classe granulométrique	Code	Diamètre (mm)
Roc	R	Roche mère
Gros bloc	Bx	Plus de 1 000
Bloc	B	De 250 à 1 000
Galet	G	De 80 à 250
Caillou	C	De 40 à 80
Gravier	V	De 5 à 40
Sable	S	De 0,125 à 5
Limon	L	Moins de 0,125

Source : Adapté de Boudreault, 1984.

Tableau M11-9 : Habitats types photo-interprétés dans la Romaine

Habitat type	Code d'habitat	Faciès d'écoulement	Substrat dominant [a]	Substrat sous- dominant [a]
Chute	Ct	Ct	R	Bx
Cascade	Ca	Ca	R, Bx	B
Rapide 1	Ra1	Ra	B, Bx, R	G
Rapide 2	Ra2	Ra	B, G	C, G, R
Seuil 1	Se1	Se	B, G	C, Bx, R
Seuil 2	Se2	Se	G, C	B, V
Seuil 3	Se3	Se	C, V	G, S
Chenal 1	Ch1	Ch	B, G, Bx	C, R
Chenal 2	Ch2	Ch	C, V	S, G, B
Chenal 3	Ch3	Ch	V, S	C, G
Bassin 1 [b]	Ba1	Ba	V, C, G	S, R, B, Bx
Bassin 2	Ba2	Ba	V, S	–
Lac	L	L	V, S	B, G, C

a. Le tableau M11-7 donne la définition des faciès d'écoulement et le tableau M11-8, les codes d'abréviation des classes granulométriques.

b. Le bassin 1 correspond à la zone de transition entre une zone de rapides et une zone d'écoulement lent (chenal, bassin 2 ou lac).

Pour la plupart des tributaires, la subdivision des habitats a été réalisée par segments homogènes. Ceux-ci ont une forme plutôt rectangulaire, et leur largeur correspond à celle du cours d'eau. Certains tributaires de plus grande superficie ont été subdivisés par unités homogènes, comme la Romaine (ex. : rivière de l'Abbé-Huard).

Caractérisation des lacs

Les habitats du poisson dans les lacs ont été caractérisés à l'aide de l'information recueillie lors des diagnoses de 2004 et de 2005. On a précisé la composition du substrat sur les rives ainsi que l'emplacement des herbiers aquatiques et des marais. L'emplacement de chaque frayère potentielle a été localisé au GPS et inscrit sur une carte du plan d'eau.

La limite entre la zone profonde (pélagique) et la zone de faible profondeur (littorale) a été établie en fonction de la transparence de l'eau, mesurée au disque de Secchi, et de la bathymétrie des lacs, relevée au moyen d'un échosondeur. La valeur moyenne de la transparence de l'eau est évaluée à 4 m (GENIVAR, 2007*b*).

On a aussi caractérisé les habitats du poisson des principaux tributaires et des émissaires sur une centaine de mètres depuis le plan d'eau. Le faciès d'écoulement, la composition granulométrique du substrat, la longueur et la largeur (mesurées au topofil) de chaque tronçon homogène d'habitat ont été relevés.

Évaluation de la superficie

On a calculé les superficies d'habitats types ainsi que leurs portions profondes et peu profondes dans la Romaine à partir de la limite des rives provenant des relevés topographiques au laser pris par Hydro-Québec les 20 et 21 août 2004. Le débit était alors de 253 m^3/s au PK 16, ce qui correspond à un débit supérieur à un étiage estival moyen. Ce dernier correspond au débit observé pendant sept jours consécutifs sur une période de récurrence de deux ans (7Q2), soit environ 160 m^3/s au PK 16 de la Romaine. On a calculé les superficies de chaque secteur d'aménagement en découpant les habitats ainsi que leurs zones profondes et peu profondes à l'intérieur de ces limites.

Les tributaires considérés pour le calcul des superficies en conditions actuelles sont uniquement ceux qui seront ennoyés par les réservoirs. Deux méthodes ont été utilisées pour obtenir la superficie des habitats aquatiques, selon qu'ils sont photo-interprétés ou non :

- Dans les tributaires photo-interprétés, on calcule la superficie d'habitat jusqu'à la limite maximale d'exploitation des réservoirs. Pour les tributaires représentés par un trait linéaire sur les cartes vectorielles à l'échelle de 1 : 20 000, on multiplie la longueur du segment homogène d'habitat par la largeur moyenne du cours d'eau calculée à partir de trois mesures prises sur les images XEOS. Pour les tributaires représentés par un trait double sur les cartes topographiques à l'échelle de 1 : 20 000, on utilise la fonction polygonale du logiciel MapInfo. Pour la rivière de l'Abbé-Huard, les superficies sont calculées à l'intérieur des limites de la ligne d'eau apparaissant sur la mosaïque d'images XEOS superposée au fond numérique à l'échelle de 1 : 20 000. La ligne d'eau est tracée à

l'aide de la fonction polyligne du logiciel MapInfo. Le débit de la rivière de l'Abbé-Huard était de 12 m^3/s à son embouchure lors de la prise des images XEOS.

- Pour les tributaires qui n'ont pas été photo-interprétés, on a mis au point une méthode particulière pour calculer la superficie d'habitat. La majeure partie des tributaires sont représentés par un trait linéaire sur les cartes vectorielles à l'échelle de 1 : 20 000. La méthode consiste d'abord à subdiviser la Romaine en plusieurs zones aux caractéristiques similaires. Ces caractéristiques sont la morphologie de la vallée d'après le relief, la pente ainsi que la taille du bassin versant des tributaires qui s'y trouvent. On attribue une largeur moyenne aux tributaires de chaque secteur à partir des largeurs moyennes mesurées sur certains tributaires photo-interprétés qui se trouvent dans la même zone. Ensuite, on calcule la superficie d'habitat dans les tributaires non photo-interprétés en multipliant cette largeur moyenne par la longueur du tributaire entre son embouchure et la limite des réservoirs.

En vue d'établir la superficie des habitats aquatiques en conditions actuelles, on a eu recours aux quatorze lacs échantillonnés et caractérisés ainsi qu'à tous les autres situés à l'intérieur des limites maximales d'exploitation des réservoirs. À l'aide du logiciel MapInfo, on a calculé la superficie des lacs échantillonnés et caractérisés d'après les limites de rivage établies à partir des mosaïques d'images assemblées et géoréférencées sur fonds cartographiques à l'échelle de 1 : 20 000. La superficie des lacs non caractérisés a été obtenue à partir des fonds cartographiques numériques à l'échelle de 1 : 20 000.

Caractérisation des herbiers aquatiques

Les herbiers aquatiques, en tant qu'habitat du poisson, ont été inventoriés à partir de la cartographie des milieux humides. Deux classes de milieux humides sont retenues comme habitat du poisson : les eaux peu profondes et les marais (voir le tableau M11-10). On a délimité les herbiers aquatiques à l'aide du logiciel MapInfo afin d'en connaître la superficie.

Les herbiers aquatiques des quatorze lacs inventoriés en 2004 et en 2005 ont été reconnus visuellement et délimités à l'aide d'un GPS durant leur diagnose écologique sur le terrain. Ils ont été tracés puis rapportés sur les images XEOS. Leurs limites ont ensuite été saisies dans le SIG à l'aide de la fonction polygonale. Pour tous les autres lacs situés à l'intérieur des limites des réservoirs, on calcule la superficie des herbiers aquatiques en superposant la couche des herbiers aquatiques délimités par Bouchard et Deshaye (2005) à celle des lacs provenant de la cartographie à l'échelle de 1 : 20 000.

Tableau M11-10 : Classes de milieux humides

Classe	Description
Eaux peu profondes	Il s'agit de milieux humides qui font la transition entre les terres humides normalement saturées d'eau ou imbibées d'eau de manière saisonnière (tourbière ombrotrophes ou minérotrophe, marais ou marécage), d'une part, et le milieu lacustre, d'autre part, où la nappe d'eau a généralement une zone profonde développée. Les eaux peu profondes sont sujettes aux processus aquatiques qu'on trouve dans l'épilimnion ou la zone infralittorale des lacs : échange d'éléments nutritifs et de gaz, oxydation et décomposition. Elles sont souvent colonisées par des herbiers émergents, flottants ou submergés.
Marais	Un marais est un milieu humide qui retient périodiquement une eau de surface peu profonde, dont l'épaisseur peut fluctuer selon les jours, les saisons ou les années en raison des marées, des inondations, de l'évapotranspiration ou des pertes de suintement, ce qui expose souvent des battures et des vasières. Dans un marais, l'eau provient du captage de surface, des cours d'eau qui s'y déversent, des précipitations, des ondes de tempête, des arrivées d'eau souterraine et de l'action des marées.

Source : Lynch-Stewart et coll., 1996.

Habitat d'alimentation

Dans la Romaine, on subdivise l'habitat d'alimentation en fonction des habitats types et des strates de profondeur de la façon suivante :

- les habitats lotiques (Ra1, Ra2, Ch1, Se1, Se2, Ct et Ca) et les habitats lentiques (Ba1, Ba2, Ch2, Ch3 et Se3) ;
- les habitats profonds (plus de 1,5 m) et les habitats peu profonds (1,5 m et moins).

Dans les tributaires, on n'utilise que le type d'écoulement (lotique ou lentique) pour subdiviser l'habitat d'alimentation, sans égard à la profondeur d'eau.

Enfin, dans les lacs, on subdivise l'habitat d'alimentation selon la strate de profondeur et la présence d'herbiers :

- les habitats profonds (plus de 4 m) et les habitats peu profonds (4 m et moins) ;
- la présence d'herbiers aquatiques ou l'absence d'herbiers aquatiques.

On considère que les espèces de poissons observées dans les milieux décrits ci-dessus les fréquentent régulièrement et les utilisent pour s'alimenter.

M11.2.2.1.2 Conditions futures

Modification de l'habitat

À leur niveau d'exploitation maximal, les quatre réservoirs projetés ennoieront 223,6 km de la Romaine. Les habitats fluviaux qui subsisteront sur la Romaine correspondent aux deux tronçons régularisés (PK 0-51,5 et PK 69-81,8), au bief aval de la centrale de la Romaine-2 (bassin des Murailles, PK 81,8-83,7) et aux quatre tronçons court-circuités.

Les milieux fluviaux régularisés, soit le cours aval de la Romaine et la partie fluviale du réservoir de la Romaine 1, ont été subdivisés par photo-interprétation en treize habitats types (voir le tableau M11-9). Comme en conditions actuelles, les habitats sont catégorisés en milieux lentiques et lotiques. On a, de plus, délimité dans ces tronçons les zones profondes et peu profondes d'habitat aquatique. Aucun changement d'habitat n'est à prévoir dans ces tronçons, puisque les débits réservés y seront comparables aux débits actuels durant la période de croissance des poissons (juillet, août et septembre).

Dans chaque tronçon court-circuité, on prévoit des modifications d'habitat occasionnées par la présence d'ouvrages hydrauliques qui réduiront le débit et la vitesse d'écoulement. On juge que seuls les bassins et quelques chenaux profonds pourront se maintenir dans ces tronçons en conditions futures. Tous les habitats lotiques sont appelés à disparaître, puisque le débit dans ces milieux sera réduit à une mince lame d'eau s'écoulant entre les blocs. Les modifications d'habitat prévues sont étroitement liées aux vitesses d'écoulement actuelles et futures. Par exemple, un chenal de type 2 dont la vitesse d'écoulement est élevée en conditions actuelles deviendra un chenal de type 3, en raison du ralentissement de l'eau. Le tableau M11-11 présente les changements qui toucheront les habitats résiduels dans les tronçons court-circuités.

Enfin, tous les tributaires et les lacs situés à l'intérieur des limites à la cote maximale des réservoirs seront ennoyés et leurs habitats seront remplacés par ceux de ces nouveaux milieux.

Évaluation de la superficie

Tous les calculs de superficie d'habitat aquatique ont été effectués à l'aide du logiciel MapInfo (version 7.8) à partir des données cartographiques intégrées au système d'informations géoréférencées (SIG).

Tableau M11-11 : Modifications d'habitat dans les tronçons court-circuités – Conditions futures

Habitat type [a]	Nombre d'échan-tillons [b]	Vitesse d'écoulement moyenne (m/s)		Type d'habitat attendu	Modifications prévues
		Conditions actuelles	Conditions futures		
Ch1	10	1,04	0,30	Ch2 ou Ch3	Certains chenaux de type 1 intercalés entre deux zones lotiques extrêmes se transformeront en chenaux de type 2. Certains chenaux de type 1 situés dans des zones moins turbulentes deviendront des chenaux de type 3.
Ch2	3	0,66	0,01	Ch3	Un chenal de type 2 deviendra un chenal de type 3 lorsque la vitesse d'écoulement moyenne en conditions futures sera semblable à celle d'un chenal 3 en conditions actuelles.
Ch3	1	0,23	0,01	Ch3	On ne prévoit aucun changement pour un chenal de type 3.
Ba1	0	Non disponible	Non disponible	Ba2	Les bassins de type 1 deviendront des bassins de type 2 en raison d'une réduction sensible de la vitesse d'écoulement.
Ba2	1	0,18	0,01	Ba2	On ne prévoit aucun changement pour les bassins de type 2.

a. Le tableau M11-9 donne la définition des codes d'habitat.

b. Nombre de transects de relevés hydrométriques employés pour l'analyse.

Rivière Romaine

L'évaluation de la superficie d'habitat aquatique dans la Romaine porte sur les réservoirs (zones ennoyées), sur les tronçons court-circuités, sur le bassin des Murailles (bief aval du secteur de la Romaine-2) de même que sur les tronçons régularisés, qui correspondent à la partie fluviale du réservoir de la Romaine 1 (PK 69-81,8) et au cours aval de la rivière (PK 0-52,5).

Pour les réservoirs, on a calculé la superficie selon deux niveaux d'exploitation délimités sur la cartographie à l'échelle de 1 : 20 000 : le niveau maximal (habitat du poisson) et le niveau moyen (production de poissons).

Pour les tronçons court-circuités, on n'a attribué aucune superficie aux milieux lotiques, puisque le débit réservé sera insuffisant pour y maintenir un écoulement fluvial. On a toutefois tenu compte de superficies résiduelles pour les bassins (Ba1 et Ba2) et les chenaux (Ch1, Ch2 et Ch3) profonds intercalés entre les zones lotiques.

La superficie des bassins et des chenaux est connue grâce à un modèle hydrodynamique 1D (HEC-RAS) fondé sur les apports du débit réservé dans chaque tronçon court-circuité. Cette modélisation permet de situer les nouveaux niveaux d'eau le long des sections bathymétriques. Afin d'en calculer la superficie, on a délimité les habitats par photo-interprétation en reliant les limites des niveaux d'eau de chaque

section et en repérant la ligne des hauts-fonds en bordure des rives. On a exclu des calculs le tronçon court-circuité de la Romaine-1 (PK 51,5-52,5), puisqu'il n'y aura là aucun débit réservé.

La superficie du bassin des Murailles en conditions futures a aussi été évaluée à l'aide du modèle HEC-RAS, en considérant toutefois le débit turbiné et évacué des ouvrages de la Romaine-2 en période de croissance des poissons (juillet, août et septembre). On a mesuré la nouvelle superficie par photo-interprétation, en reliant les limites des nouveaux niveaux d'eau de chaque section bathymétriques et en repérant la ligne des hauts-fonds en bordure des rives.

Le débit associé à la période de croissance des poissons (juillet, août et septembre) intervient aussi dans le calcul de la superficie d'habitat en conditions futures dans le cours aval de la Romaine (PK 0-52,5). Ce débit turbiné et évacué correspond à 311 m^3/s, selon une probabilité de non-dépassement de 50 %. En comparaison, le débit utilisé pour calculer la superficie d'habitat actuelle correspond à 253 m^3/s (station du PK 16). Étant donné que la différence des débits (58 m^3/s) crée un rehaussement moyen du niveau d'eau de seulement 6 cm, on a calculé les superficies d'habitat en conditions futures à partir de la même ligne d'eau qu'en conditions actuelles, puisque les limites de ce rehaussement ne peuvent être cartographiées dans le SIG. Par ailleurs, on ne prévoit aucune modification d'habitat dans le cours aval de la Romaine, car les changements hydrauliques y sont négligeables.

La superficie d'habitat de la partie fluviale du réservoir de la Romaine 1 (PK 69-81,8) a été calculée à l'intérieur de la limite du réservoir. Cette limite étant pratiquement identique à celle qui a permis de calculer la superficie d'habitat actuelle (débit de 140 m^3/s), la méthode consiste seulement à réajuster les habitats actuels à la limite du réservoir. On sait qu'il n'y a aucune modification d'habitat dans ce tronçon, puisque les vitesses moyennes calculées en conditions actuelles (0,57 m/s) sont semblables aux vitesses prévues en conditions futures (0,48 m/s) au niveau d'exploitation maximal. Seules les superficies changent et sont légèrement supérieures à celles des conditions actuelles, en raison du léger rehaussement du niveau d'eau occasionné par le refoulement produit par le réservoir.

Tributaires

On ne calcule aucune superficie pour la partie ennoyée des tributaires, étant donné que tous les habitats présents seront perdus. Toutefois, l'ennoiement modifie l'accessibilité de certains tributaires en submergeant les obstacles infranchissables par les poissons en conditions actuelles. La section M11.2.2.5 décrit la méthode de calcul des distances accessibles dans ces tributaires.

Réservoirs

Les superficies des réservoirs projetés proviennent de mesures prises à partir des isocontours ou d'interpolations de ces mesures faites sur les cartes topographiques à l'échelle de 1 : 10 000 produites à partir de relevés laser. Pour les habitats du poisson, on retient les superficies au niveau d'exploitation maximal, tandis que les calculs de production de poissons reposent sur les superficies au niveau d'exploitation moyen.

Emprises des ouvrages

Les habitats aquatiques directement touchés par la construction des ouvrages subissent un empiétement permanent. Malgré cela, certains empiétements représentent plutôt une perte d'habitat temporaire parce que les espaces en cause sont recouverts d'eau après le remplissage des réservoirs (par exemple, la paroi amont des ouvrages de retenue et les batardeaux amont associés aux barrages). D'autres empiétements constituent des pertes déjà calculées dans les pertes permanentes d'habitat liées aux tronçons court-circuités (par exemple, la partie aval des barrages et les batardeaux aval).

La superficie des habitats aquatiques de la Romaine présents sous les ouvrages projetés a été calculée à partir de la représentation cartographique de ces ouvrages au format MapInfo, qu'on a superposée à celle des habitats saisis dans le SIG. Le recoupement entre les deux couches correspond aux superficies d'habitat perdues dans l'emprise des ouvrages.

La superficie des habitats touchés dans les tributaires a également été obtenue par superposition. Cependant, puisque les tributaires touchés sont représentés par des traits linéaires sur les cartes à l'échelle de 1 : 20 000, les superficies perdues correspondent à la longueur totale des habitats situés dans l'emprise de l'ouvrage, multipliée par la largeur du cours d'eau mesurée sur le terrain. La superficie des lacs touchés par les ouvrages a été calculée à partir de la couche polygonale au 1 : 20 000 des plans d'eau. On a aussi établi la superficie de l'empiètement en superposant la couche des ouvrages à celle des plans d'eau.

La méthode de calcul des pertes temporaires d'habitat relatives aux batardeaux qui seront retirés après construction est la même que pour les pertes permanentes, mais les superficies retenues sont situées, cette fois, à l'intérieur de l'enceinte de travail temporaire et sous les batardeaux.

Caractérisation des herbiers aquatiques en conditions futures

Rivière Romaine

Comme en conditions actuelles, on a utilisé deux classes de milieux humides – les eaux peu profondes et les marais – pour caractériser les herbiers aquatiques qui servent d'aires d'alevinage et d'élevage des juvéniles à plusieurs espèces de poissons ainsi que d'aires de reproduction ou d'alimentation à d'autres. Le potentiel de reconstitution des herbiers aquatiques repose sur les critères suivants :

- pente inférieure à 10 % ;
- dépôt constitué de sable, de gravier et d'un substrat plus fin ;
- faible sensibilité à l'érosion ;
- variations saisonnières des niveaux d'eau qui maintiennent un habitat semi-aquatique.

On a cartographié les herbiers aquatiques en conditions futures afin d'en calculer les superficies. La méthode employée pour prévoir l'évolution des herbiers aquatiques est décrite en détail dans la méthode 13.

Réservoirs

On ne calcule pas de superficie d'herbier aquatique dans les réservoirs, puisqu'on n'applique aucun indice de production du poisson dans ces milieux.

M11.2.2.2 Inventaire des habitats de reproduction au printemps

Les espèces ciblées par l'inventaire de la reproduction au printemps sont le grand brochet, le meunier noir, le meunier rouge et la ouitouche.

La sélection des sites d'échantillonnage a été effectuée par photo-interprétation. On a survolé en hélicoptère, à basse altitude, tous les sites sélectionnés pour confirmer qu'ils possédaient les caractéristiques propices à la reproduction des espèces cibles et pour situer plus précisément les frayères potentielles.

Les inventaires se sont déroulés du 27 mai au 23 juin 2004 et du 29 mai au 24 juin 2005. De façon générale, trois parcelles ont été échantillonnées par aire de fraie potentielle. Pour chaque site d'échantillonnage, on a noté les informations suivantes :

- coordonnées géographiques, au moyen d'un récepteur GPS Garmin (modèle GPS 76) ;
- caractéristiques de la végétation aquatique :
- pourcentage de recouvrement de l'ensemble du site selon le groupe de végétaux ;

- répartition de la végétation (uniforme, par grandes plaques, contagieuse ou éparse) et densité (forte, moyenne ou faible).
- faciès d'écoulement (voir le tableau M11-7) ;
- pourcentage de recouvrement de chaque classe granulométrique, selon les définitions du tableau M11-8 ;
- température de l'eau.

Dans chaque parcelle, on a recueilli les données suivantes :

- coordonnées géographiques, au moyen d'un récepteur GPS Garmin (modèle GPS 76) ;
- type d'engin et effort de recherche ou de pêche ;
- nombre d'œufs ou d'alevins recueillis par engin et par espèce ;
- profondeur d'eau ;
- vitesse d'écoulement à 0,2*h*, à 0,6*h* et à 0,8*h* (*h* étant la profondeur) mesurée à l'aide d'un courantomètre à sonde électromagnétique Marsh McBirney (modèle 2000-51) ;
- faciès d'écoulement ;
- description du substrat et de la végétation (pourcentage de recouvrement des classes granulométriques et du type de végétation) ;
- densité de la végétation (faible, moyenne ou forte).

Dans chaque parcelle, la recherche d'œufs et d'alevins de brochet et de ouitouche a été effectuée au moyen du filet troubleau ou par examen visuel. Pour les meuniers, on a utilisé des filets de dérive et des filets troubleau. Enfin, afin de vérifier la présence de géniteurs et leur stade de maturité, on a effectué des pêches exploratoires à l'aide de filets maillants et de verveux.

M11.2.2.3 Inventaire des habitats de reproduction à l'automne

L'omble de fontaine, l'omble chevalier, le touladi, le grand corégone et la ouananiche sont les espèces visées par l'inventaire des habitats de reproduction à l'automne. Les frayères à saumon sont traitées séparément à la section M11.4.4.

On a sélectionné les sites d'échantillonnage pour les espèces qui se reproduisent à l'automne de la même manière que pour les frayères utilisées au printemps. L'inventaire des aires de fraie ainsi que leur caractérisation réalisés aux printemps 2004 et 2005 ont aussi permis de présélectionner les sites à fort potentiel pour les espèces qui se reproduisent l'automne.

Les campagnes d'inventaire se sont déroulées du 8 octobre au 5 novembre 2004 et du 6 au 29 octobre 2005. L'information recueillie à chacun des sites et des parcelles échantillonnés à l'automne est la même qu'au printemps.

Le tableau M11-12 présente les engins ou les techniques utilisés pour vérifier la présence d'œufs selon les espèces.

Tableau M11-12 : Techniques et engins d'échantillonnage utilisés pour vérifier la présence d'œufs

Espèce	Engin ou technique d'échantillonnage
Omble de fontaine	Observation (apnée) et filet troubleau
Omble chevalier	Observation (apnée) et filet troubleau
Touladi	Affouillement manuel du substrat
Grand corégone	Filet de dérive et filet troubleau
Ouananiche	Observation (apnée)

Enfin, on a pêché à la ligne (lancer léger et mouche) et au filet maillant afin de vérifier la présence de géniteurs et leur stade de maturité.

M11.2.2.4 Période de reproduction

M11.2.2.4.1 Conditions actuelles

On a établi la chronologie de reproduction des espèces cibles pour lesquelles on a répertorié des frayères dans la zone d'étude. Chez l'ensemble des espèces concernées, le début de la reproduction et le taux de développement des embryons et des alevins (qui gouvernent la durée de l'incubation et de l'alevinage) sont principalement influencés par la température de l'eau. Pour établir le début de la reproduction et le déroulement de celle-ci, on s'est donc servi des températures journalières moyennes de l'eau calculées au PK 150 de la Romaine entre 1984 et 2003, en particulier de la fourchette de température pendant laquelle se déroule habituellement la reproduction des principales espèces cibles (grand brochet, meuniers, omble de fontaine, ouananiche, touladi et grand corégone). Les données de température de l'eau préférées par ces espèces pendant la fraie sont tirées de la documentation.

La chronologie de reproduction obtenue a été validée avec les observations effectuées en 2004 et en 2005 sur plusieurs frayères. Il faut noter que l'évaluation de la chronologie de reproduction se veut globale pour la zone d'étude et qu'elle ne s'applique qu'au cours principal de la Romaine. Des variations spatiotemporelles de faible amplitude sont possibles, selon les lieux de fraie (tributaires, bordure de la rivière en zone peu profonde, etc.) et selon les années.

Chez le saumon atlantique, il est possible d'établir avec précision la chronologie complète de la reproduction à partir des températures journalières moyennes. L'équation employée pour estimer la date d'éclosion des œufs est tirée des travaux de Crisp (1981) et adaptée pour de basses températures selon Wallace et Heggberget (1988). Elle se formule comme suit :

$$Log\ D = \left(-2,6562\ Log\left(T + 11\right)\right) + 5,1908$$

Équation M11-9

où :

D est la durée de l'incubation (jours) jusqu'à 50 % d'éclosion ;

T est la température de l'eau (°C).

Quant à la durée du séjour des alevins dans le gravier et à la date de leur émergence, elles ont été estimées d'après l'équation de Jensen et coll. (1989) :

$$Log\ D = 2,6562 - 1,27\ Log\ T$$

Équation M11-10

où :

D est la durée de la résorption vitelline (jours) jusqu'à ce que 50 % des alevins soient émergés ;

T est la température de l'eau (°C).

M11.2.2.4.2 Conditions futures

Pour prévoir les dates de reproduction des principales espèces de poissons après la construction du complexe de la Romaine, on a utilisé les données de température de l'eau calculées au PK 150 de la Romaine en conditions futures. La méthode pour déterminer la période de reproduction en conditions futures est la même qu'en conditions actuelles. Il en est de même pour les dates d'éclosion des œufs et d'émergence des alevins chez le saumon atlantique.

M11.2.2.5 Obstacles à la libre circulation des poissons

Conditions actuelles

Les obstacles ont fait l'objet d'une évaluation de leur franchissabilité en fonction de la capacité natatoire de l'omble de fontaine et de la ouananiche, aussi bien dans la Romaine que dans les tributaires. Ces espèces ont été sélectionnées parce que la première possède une capacité natatoire limitée, tandis que la seconde a la meilleure capacité natatoire parmi les espèces présentes en amont du barrage de la Romaine-1. La capacité des autres espèces cibles à franchir les obstacles se situe entre celles de ces deux espèces. La franchissabilité des obstacles situés en aval du barrage de la Romaine-1 a été évaluée pour l'omble de fontaine et pour le saumon atlantique, qui représente l'espèce d'intérêt de ce secteur.

Par ailleurs, on a réalisé une étude de télémétrie (Belles-Isles et coll., 2004) pour évaluer la franchissabilité des chutes à Charlie (PK 35 de la Romaine) par le saumon atlantique (voir la section M11.4.2). Une expédition avec des Innus de Mingan a permis de compléter cette étude à l'aide de la connaissance traditionnelle des autochtones (GENIVAR, 2007*c*).

Chaque obstacle a été classé selon l'une ou l'autre des désignations suivantes : franchissable, franchissable avec réserve, infranchissable avec réserve et infranchissable (voir le tableau M11-13).

Tableau M11-13 : Degré de franchissabilité des obstacles à la libre circulation des poissons

Degré de franchissabilité	Code	Description
Franchissable	Fr	Franchissable en tout temps par les espèces cibles
Franchissable avec réserve	Fr ?	Franchissable la plupart du temps par les espèces cibles, sauf durant des événements hydrologiques extrêmes (ex. : débits trop forts ou trop faibles)
Infranchissable avec réserve	Inf ?	Infranchissable la plupart du temps par les espèces cibles, sauf durant des événements hydrologiques particuliers en fonction de la configuration de chaque obstacle (ex. : débit très faible et présence d'une échancrure dans une chute)
Infranchissable	Inf	Infranchissable en tout temps par les espèces cibles

À l'occasion du survol des cours d'eau qui a servi à valider la photo-interprétation de l'habitat du poisson, on a évalué la franchissabilité des obstacles selon un jugement de valeur d'un géomorphologue-interprète et d'un biologiste spécialiste de l'ichtyofaune. Les critères d'évaluation de la franchissabilité d'un obstacle sont la hauteur de la chute d'eau, sa configuration (mur, présence de paliers, présence d'un bassin de repos au milieu de l'obstacle, etc.), les vitesses d'écoulement, l'ampleur de la veine d'eau principale que peuvent emprunter les poissons pour franchir l'obstacle et la présence de bouillons turbulents, où les nombreuses bulles d'air empêchent les poissons d'obtenir une bonne motricité pour franchir l'obstacle. On a plus spécialement examiné au regard de chacun de ces critères les écoulements bordant chacune des rives, puisque la vitesse y est généralement moins élevée, ce qui facilite le déplacement des poissons.

Tous les obstacles situés entre les PK 0 et 289,2 de la Romaine ont été évalués. Deux types d'obstacles sont présents sur ce parcours, soit les chutes et les cascades.

On a évalué la capacité des poissons à surmonter les obstacles dans tous les tributaires à écoulement permanent représentés sur une carte topographique à l'échelle de 1 : 20 000 qui seront ennoyés. L'évaluation du degré de franchissabilité comprend les tributaires photo-interprétés et ceux qui n'ont pas fait l'objet d'une photo-interprétation.

Tous les obstacles des tributaires photo-interprétés ont été évalués jusqu'à la limite maximale des réservoirs. La photo-interprétation de ce milieu a permis de détecter trois types d'obstacles, soit les chutes, les cascades et les barrages de castor.

On a mis au point une méthode particulière pour les tributaires non photo-interprétés. La partie accessible de ces tributaires est limitée par une pente seuil où l'omble de fontaine et la ouananiche ne peuvent théoriquement plus se déplacer. Les pentes ont été déterminées en fonction d'un échantillon de 77 obstacles reconnus par photo-interprétation, sur un total de 155 obstacles photo-interprétés (GENIVAR Groupe Conseil, 2005), ainsi qu'à partir d'un modèle numérique de la topographie en trois dimensions à l'échelle de 1 : 10 000 obtenue à l'aide de relevés laser. La pente seuil a été évaluée à 6,9 % pour l'omble de fontaine et à 7,7 % pour la ouananiche.

Comme le modèle tiré des relevés laser ne s'étend que sur environ 500 m de part et d'autre de la Romaine, il a fallu employer une topographie à une échelle différente pour effectuer les projections sur les portions fluviales de l'ensemble des tributaires de la Romaine qui sont accessibles pour les poissons. Ainsi, on a utilisé les distances entre les courbes de niveaux de la cartographie numérique à l'échelle de 1 : 20 000 pour déterminer la pente des cours d'eau et localiser les pentes seuils de 6,9 % et de 7,7 %. Les pentes qui dépassent la valeur seuil correspondent aux obstacles que ni l'omble de fontaine ni la ouananiche ne peuvent surmonter.

Conditions futures

Rivière Romaine

L'évaluation des obstacles en conditions futures a porté uniquement sur les quatre tronçons court-circuités et sur les deux tronçons régularisés (partie fluviale du réservoir de la Romaine 1 et cours aval de la Romaine).

On ne peut évaluer la franchissabilité des obstacles dans les tronçons court-circuités, car ceux-ci recevront des débits infimes, fort différents de ceux des conditions actuelles. Toutefois, on peut présumer que certains de ces obstacles (cascade ou chute) pourront être surmontés par les poissons grâce au faible débit qui sera maintenu. Les chutes actuellement infranchissables le demeureront en conditions futures, puisque leur hauteur ne changera pas.

Dans les tronçons régularisés, la franchissabilité des obstacles restera la même, car les débits en conditions futures seront semblables aux débits actuels.

Tributaires

Grâce aux pentes seuils décrites plus haut, on a pu évaluer l'accessibilité de tous les tributaires au-delà des limites d'ennoiement. Comme avec la méthode employée pour les conditions actuelles, on a fait ces projections en conditions futures à partir de la cartographie à l'échelle de 1 : 20 000, étant donné que la cartographie au 1 : 10 000 tirée des relevés laser ne couvrait pas entièrement les limites de la zone d'étude. Pour chaque cours d'eau, la distance mesurée entre les courbes de niveaux sur les cartes topographiques numériques à l'échelle de 1 : 20 000, divisée par la hauteur entre les courbes, détermine la pente. Les pentes supérieures ou égales aux pentes seuils sont jugées infranchissables par les espèces cibles. Ces pentes ont été localisées à partir de l'embouchure de chaque tributaire, en partant de la limite maximale des réservoirs jusqu'à la limite de la zone d'étude.

M11.2.3 Production piscicole

L'évaluation de la production de poissons commence par la détermination des rendements numériques et pondéraux de pêche. Les rendements numériques (captures par unité d'effort [CPUE]) et pondéraux (biomasse par unité d'effort [BPUE]) ont été calculés pour chacun des engins utilisés dans les lacs et les cours d'eau.

Pour les filets maillants, le nombre de poissons capturés a été divisé par le nombre de jours-pêche[1]. Pour les pêches à la seine, l'effort est le nombre de coups de seine donnés. Pour la pêche à la ligne, l'effort correspond au nombre d'heures de pêche. Les CPUE ont donc été calculées simplement en divisant le nombre de captures par le nombre d'heures de pêche.

Pour les pêches à l'électricité, on a préféré l'abondance par unité de surface à l'abondance par unité d'effort pour décrire la structure des communautés de poissons. Les stations échantillonnées à l'aide de cette technique sont de deux types : fermées ou ouvertes. Les stations fermées (100 m^2) sont entourées d'une seine à mailles fines ; on y effectue trois ou quatre passages, de façon à capturer le plus grand nombre de poissons possible. Dans les parcelles ouvertes (sans confinement des poissons par une seine), on n'effectue qu'un seul passage de pêche à l'électricité. Selon l'efficacité au premier passage dans les parcelles fermées, il est possible d'estimer la population totale dans les parcelles ouvertes à l'aide de la méthode de Leslie (King, 1995).

[1] Un jour-pêche correspond à l'utilisation d'un seul filet durant un jour, lorsque la levée est effectuée le lendemain de la pose (durée de 17 à 27 h), deux jours-pêche, à une durée de 39 à 49 h, trois jours-pêche, à une durée de 70 à 72 h, quatre jours-pêche, à une durée de 92 à 93 h, et cinq jours-pêche, à une durée de 115 à 117 h.

M11.2.3.1 Approche par macrohabitat

M11.2.3.1.1 Conditions actuelles

Rivière Romaine

Calcul de la biomasse

L'estimation de la biomasse instantanée (B_0) est préalable à l'obtention de la production de poissons en rivière. Elle est obtenue à l'aide du modèle linéaire mis au point par Randall et coll. (1995) pour les rivières, qui permet d'abord de déterminer la densité à partir de la masse moyenne d'une population de poissons vivant en rivière. L'équation est la suivante :

$$Log\ D = 4{,}41 - 0{,}96\ Log\ W + 0{,}49$$

Équation M11-11

où :

D est la densité (nombre de poissons par hectare) ;

W est le poids moyen (g) de la communauté de poissons.

La multiplication de D par l'abondance relative et la masse moyenne en kilogrammes de chacune des espèces de poissons de l'échantillon permet d'obtenir leur biomasse instantanée.

Le modèle utilise les données de pêche au filet maillant pour établir la biomasse instantanée dans les strates d'eau de profondeur supérieure à 1,5 m ainsi que les données de pêche à la seine pour établir la biomasse dans les strates de 1,5 m ou moins.

Productivité

Une autre équation mise au point par Randall et coll. (1995) permet d'obtenir la productivité (P) à l'aide de la biomasse instantanée et de la masse moyenne des poissons :

$$P = 0{,}28 - 0{,}35\ Log\ W + 0{,}90\ Log\ B_0 + 0{,}22$$

Équation M11-12

où :

P est la productivité (kg/ha/a) ;

W est le poids moyen (g) de la communauté de poissons ;

B_0 est la biomasse de poissons par unité de surface (kg/ha) à un instant donné de l'année.

On obtient la biomasse instantanée en utilisant la densité calculée à l'aide la première équation de Randall et coll. (1995), de l'abondance relative (CPUE) et de la masse moyenne de chacune des espèces de poissons (*i*) de l'échantillon de capture, de façon que :

$$B_0 = \sum \left(CPUE_i \times D \times W_i \right)$$

Équation M11-13

Cette dernière formule permet de fusionner les deux équations de Randall pour obtenir la relation suivante :

$$P = 0,28 - 0,35\,Log\,W + 0,90\,Log \sum \left(CPUE \times 10\,4^{,41-0,96\,Log\,W+0,49} \times W_i \right) + 0,22$$

Équation M11-14

Les données de pêche qui ont servi à estimer la masse moyenne des poissons et le rendement de pêche ont été modélisées à l'aide des lois de probabilité s'appliquant à leur distribution de fréquences. Une simulation de Monte-Carlo a ensuite permis de produire plusieurs milliers de résultats aléatoires, afin d'établir la variabilité et la robustesse du modèle. Le logiciel @RISK 4.5 (version professionnelle) a été utilisé pour cette analyse. Pour ce faire, tous les poissons capturés dans la Romaine lors des inventaires de 2004 et de 2005 ont été regroupés, sans égard à leur secteur d'origine. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

Productivité spécifique

On évalue la productivité de chacune des espèces de poissons à partir de leur biomasse relative (%) dans les échantillons de captures au filet maillant et à la seine, selon le secteur de provenance. L'échantillon provenant des pêches à la seine détermine le rendement par espèce à 1,5 m de profondeur ou moins, alors que celui qui provient des pêches au filet maillant détermine le rendement par espèce à plus de 1,5 m.

Production annuelle

Pour établir la production annuelle (kg/a), on multiplie la productivité (kg/ha/a) par la superficie de l'habitat auquel elle se rapporte, c'est-à-dire la zone littorale (1,5 m et moins) ou la zone plus profonde (plus de 1,5 m).

Tributaires

Calcul de la biomasse dans les tributaires

La détermination de la production dans les tributaires comporte les étapes suivantes :

- calcul de l'efficacité de la pêche à l'électricité ;
- transformation du rendement numérique de pêche en densité absolue (nombre de poissons par hectare) et en biomasse instantanée (kg/ha) ;
- transformation de cette biomasse en productivité (kg/ha/a) et en production annuelle (kg/a).

L'efficacité de pêche est déterminée par la relation entre le rendement numérique de pêche, c'est-à-dire les captures par unité d'effort (CPUE), et la densité absolue de poissons dans une parcelle :

$$\text{Efficacité (\%)} = CPUE/D \times 100 \qquad \text{Équation M11-15}$$

où D est la densité absolue de poissons déterminée par la méthode de Leslie.

La méthode de Leslie consiste à mettre en relation les captures par unité d'effort (CPUE) durant l'intervalle de temps t (C_t/f_t) et les captures cumulatives au temps t ($\sum C_{ajusté}$). La droite qui en résulte a une pente qui représente le potentiel de capture (q). Le point d'intersection de cette droite avec l'abscisse représente une estimation de la population initiale N_0, soit la quantité de poissons totale qu'il est possible de pêcher dans une étendue d'eau (King, 1995).

Pour l'ensemble des parcelles fermées, on a effectué une analyse de régression sur le nombre de poissons capturés lors de quatre passages de pêche, de façon à en estimer le nombre absolu (N_0). Ensuite, on a divisé par N_0 le nombre de poissons capturés au premier passage afin d'obtenir l'efficacité de pêche au premier passage. Par extrapolation, cette efficacité de pêche est attribuée à l'ensemble des stations (ouvertes et fermées), ce qui permet de connaître la densité numérique et la densité pondérale (densité numérique multipliée par la masse moyenne) de chacune des espèces de poissons présentes dans les tributaires.

Productivité

Le modèle de Randall et coll. (1995) permet d'obtenir la productivité dans les tributaires à l'aide de la même équation utilisée pour la Romaine :

$$Log\ P = 0{,}28 - 0{,}35\ Log\ W + 0{,}90\ Log\ B_0 + 0{,}22$$ Équation M11-16

où :

P est la productivité (kg/ha/a) ;

W est le poids moyen (g) de la communauté de poissons ;

B_0 est la biomasse de poissons par unité de surface (kg/ha) à un instant donné de l'année.

La variabilité du résultat de l'équation est déterminée à l'aide d'une simulation de Monte-Carlo, en tenant compte de la loi de probabilité associée à l'efficacité de pêche au premier passage de même qu'à la masse moyenne et à l'abondance numérique des poissons. Comme dans la Romaine, tous les poissons capturés dans les tributaires lors des inventaires de 2004 et de 2005 ont été regroupés, sans égard à leur secteur d'origine. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

Productivité spécifique

On a déterminé la production de chacune des espèces à partir de la biomasse relative (%) des différentes espèces de poissons présentes dans chacun des quatre secteurs d'étude (Romaine-4, Romaine-3, Romaine-2 et Romaine-1).

Production annuelle

On a obtenu la production annuelle (kg/a) de poissons dans les tributaires en multipliant la productivité (kg/ha/a) par la superficie (ha) des tronçons qui seront ennoyés.

Lacs

Calcul de la biomasse dans les lacs

La démarche adoptée afin d'obtenir la production en lac est semblable à la procédure décrite pour la Romaine. D'abord, on a estimé la biomasse instantanée (B_0) à l'aide du modèle linéaire mis au point par Randall et coll. (1995) pour les lacs :

$$Log\ D = 4{,}41 - 0{,}96\ Log\ W$$ Équation M11-17

où :

D est la densité (nombre de poissons par hectare) ;

W est le poids moyen (g) de la communauté de poissons ; celle-ci étant très différente d'un lac à l'autre, on a appliqué le modèle à chaque lac échantillonné dans lequel des poissons ont été capturés.

La multiplication de D par l'abondance relative et la masse moyenne (en kilogrammes) de chacune des espèces de poissons présentes dans l'échantillon permet, comme dans le cas des grands cours d'eau, d'obtenir leur biomasse instantanée (B_0). Celle-ci a été calculée séparément pour les strates d'eau de profondeur supérieure à 4 m (pélagique) et inférieure ou égale à 4 m (littorale).

Productivité

Comme pour les calculs de la productivité en rivière, une deuxième équation est nécessaire pour estimer la productivité en lac :

$$Log\ P = 0{,}28 - 0{,}35\ Log\ W + 0{,}90\ Log\ B_0$$ Équation M11-18

où :

P est la productivité (kg/ha/a) ;

W est le poids moyen (g) de la communauté de poissons ;

B_0 est la biomasse de poissons par unité de surface (kg/ha) à un instant donné de l'année.

La fusion des deux équations donne l'équation suivante :

$$Log\ P = 0{,}28 - 0{,}35\ Log\ W + 0{,}90\ \text{Log}\ (\sum \text{CPUE}_i \times 10\ 4^{,41-0{,}96\ LogW+0{,}49} \times W_i)$$ Équation M11-19

Après avoir calculé la productivité de chaque lac ainsi que la productivité moyenne des lacs, on a appliqué cette productivité moyenne à l'ensemble des zones d'ennoiement prévues. On a déterminé la variabilité du résultat de l'équation à l'aide d'une simulation de Monte-Carlo, en tenant compte de la loi de probabilité associée à la masse moyenne et à la biomasse des poissons dans les lacs échantillonnés. Malgré la grande disparité entre les lacs, il a fallu utiliser la moyenne de l'ensemble des lacs de tous les secteurs regroupés pour estimer la productivité des lacs de la zone d'étude. Les résultats de ces analyses sont traités en détail dans GENIVAR (2007*b*).

Productivité spécifique

La productivité propre à chaque espèce de poisson est déterminée par la biomasse relative de chacune des espèces qui composent l'ensemble des échantillons de captures au filet maillant dans les lacs des secteurs de la Romaine-4, de la Romaine-3 et de la Romaine-2. L'échantillon provenant des filets situés à une profondeur moyenne de 4 m et moins détermine la productivité par espèce de la zone littorale, alors que l'échantillon associé à une profondeur moyenne supérieure à 4 m détermine la productivité de la zone pélagique. Dans le secteur de La

Romaine-1, c'est la biomasse relative des poissons capturés dans les nasses installées dans le lac nº 106 qui détermine quel type de communauté lacustre sera touché par le projet.

Production annuelle

On a obtenu la production annuelle (kg/a) en multipliant la productivité (kg/ha/a) par la superficie (ha) de l'habitat auquel elle se rapporte. Dans les secteurs de la Romaine-4, de La Romaine-3 et de la Romaine-2, on a déterminé la proportion relative en superficie des milieux peu profonds (4 m et moins) et profonds (plus de 4 m) des plans d'eau en leur appliquant le facteur obtenu dans les quatorze lacs échantillonnés à l'aide de filets, soit respectivement 63,76 % et 36,24 %. Dans le secteur de la Romaine-1, tous les lacs sont peu profonds.

M11.2.3.1.2 Conditions futures

Romaine

Pour estimer la production annuelle en conditions futures, on a repris la productivité calculée par unité de superficie (kg/ha/a) et par espèce de poisson dans les différents secteurs de la Romaine en conditions actuelles. Ainsi, c'est le changement de superficie mouillée que subira la rivière à cause de la réduction de son débit qui conditionne la variation de la production annuelle.

Toutefois, on a appliqué un facteur de correction à la production calculée en conditions futures afin de tenir compte du changement de température attribuable à la présence des réservoirs. Cette valeur est issue d'un modèle qui détermine le taux de croissance des principales espèces de poissons en tenant compte de la température de l'eau (voir la section M11.2.3.3).

Tributaires

La productivité de poissons dans les tronçons des petits cours d'eau qui seront ennoyés par les réservoirs est considérée comme nulle en conditions futures. On présume en effet que les conditions hydriques qui caractérisent les réservoirs sont trop différentes de celles des tributaires pour permettre le maintien des populations de poissons associées à ce type de milieu, du moins dans leur forme actuelle.

Lacs

La productivité de poissons calculée dans les lacs qui seront ennoyés est également considérée comme nulle en conditions futures. Ici, le changement de milieu favorisera certaines espèces de poissons au détriment des autres, en fonction de leur

tolérance aux nouvelles conditions hydriques (marnage, taille et profondeur du plan d'eau). La communauté de poissons adoptera ainsi une structure propre aux réservoirs et quelque peu différente de celle des lacs.

Réservoirs

La productivité des poissons dans les réservoirs demeurera équivalente, une fois l'équilibre atteint, à celle des lacs (Horne et Goldman, 1994). Les connaissances acquises dans le cadre des suivis environnementaux effectués en milieu nordique montrent que les rendements de pêche se maintiennent après la création de réservoirs (Hayeur, 2001). Toutefois, la communauté de poissons sera transformée au profit de quelques espèces s'adaptant plus facilement aux nouvelles conditions d'habitat offertes dans les secteurs ennoyés.

Les conditions observées dans le secteur du réservoir de Caniapiscau présentent un nombre suffisant de similitudes avec celles de la zone d'étude pour qu'on puisse s'en inspirer et dresser un portrait des communautés de poissons qui seront présentes dans les réservoirs de la Romaine. À peu de chose près, les espèces en présence et les conditions météorologiques sont semblables dans les deux régions. La rivière Caniapiscau a été aménagée en 1981 pour créer un réservoir de 427 500 ha, dont le marnage est de 12,9 m.

De façon générale, les espèces de poissons qui s'adaptent bien aux conditions de réservoir sont le grand corégone et le grand brochet, deux des principales espèces du bassin de la Romaine. On peut donc s'attendre à une augmentation de leur proportion dans la communauté de poissons en conditions futures, au détriment des autres espèces. Le meunier rouge, le meunier noir, la lotte et le méné de lac sont aussi des espèces qui pourront bien s'adapter aux conditions des réservoirs projetés.

On peut donc utiliser la communauté de poissons du réservoir de Caniapiscau, en prenant soin d'en extraire le touladi, pour définir la biomasse relative des poissons qui seront présents dans les réservoirs de la Romaine. L'application de cette biomasse à la production calculée en lac permet par la suite d'estimer la production de chacune des espèces de poissons susceptibles d'occuper le domaine aquatique des zones ennoyées, soit le grand corégone, le grand brochet, le meunier rouge, le meunier noir, la lotte et le méné de lac.

M11.2.3.2 Approche par mésohabitat

Pour tenir compte de la transformation des habitats fluviaux entre les conditions actuelles et futures, on a employé une deuxième approche, dite du mésohabitat. Cette méthode permet de prévoir comment les changements physiques touchant l'habitat influeront sur la structure des communautés et sur l'abondance des poissons. Pour ce faire, l'approche préconise l'utilisation des données portant sur la fréquence d'utilisation des différents types d'habitat présents dans le milieu.

Il faut souligner que seuls les tronçons de la Romaine qui conserveront leurs caractéristiques fluviales en conditions futures sont considérés dans les calculs d'habitat, puisqu'ils ne seront pas ennoyés ni transformés en réservoir. Il s'agit des tronçons situés entre les PK 83,7 et 81,8 (bassin des Murailles, secteur de la Romaine-2), entre les PK 81,8 et 69,0 (partie fluviale du réservoir de la Romaine-1) et entre les PK 51,5 et 0,0 (cours aval de la Romaine).

M11.2.3.2.1 Indice de fréquentation des habitats

L'indice de fréquentation de l'habitat d'alimentation estivale (*S*) est déterminé par secteur pour chaque espèce de poisson *i* à l'aide de la biomasse par unité d'effort (rendement pondéral ou BPUE), selon l'équation suivante :

$$S_i = BPUE_i$$ Équation M11-20

On a utilisé ensuite la valeur de S_i la plus élevée ($S_i\ max$) pour pondérer la préférence d'habitat *h* sur une échelle de 0 à 1 :

$$Sh_i = S / S_i\ max$$ Équation M11-21

Pour chacun des habitats types recensés dans la Romaine, on a tenu compte des zones peu profondes (1,5 m et moins) et profondes (plus de 1,5 m) ainsi que de la présence ou de l'absence de végétation aquatique.

Les engins de pêche considérés varient en fonction de l'effort de pêche par strate de profondeur dans les différents types d'habitat (voir le tableau M11-14). Ainsi, dans les zones profondes, on a utilisé les résultats de pêche au filet maillant expérimental ; dans les zones peu profondes, ce sont les résultats provenant de la seine ou de la nasse.

M11.2.3.2.2 Indice de production pondérée

L'indice de production pondérée (IPP) est obtenu par la multiplication de l'indice d'utilisation de l'habitat de type *h* par l'espèce *i* (S_{hi}) et de la superficie de l'habitat de type *h* auquel il se rapporte. La différence entre l'IPP en conditions futures et l'IPP en conditions actuelles, exprimée en pourcentage, permet de déterminer la perte ou le gain en ce qui concerne la capacité de production. Dans le même but que le calcul de la production de poissons, on a affecté un facteur de correction tenant compte de la température aux indices calculés afin de déterminer l'influence de cette variable sur la production en conditions futures.

Tableau M11-14 : Effort de pêche par habitat type dans la Romaine selon la profondeur d'eau – 2004 et 2005

Habitat type [a]	Zone peu profonde (1,5 m et moins)		Zone profonde (plus de 1,5 m)
	Coup de seine	Nasse-jour	Filet-jour
Ba1	6	11	28
Ba2	4	2	6
Ch1	0	10	12
Ch2	11	47	44
Ch3_V	4	5	4
Ch3	26	24	38
Ra1	0	1	0
Ra2	0	3	2
Se1	0	2	2
Se2	0	8	2
Se3	9	7	5
Total	60	120	143

a. Le tableau M11-9 donne la définition des codes d'habitat. Le V indique la présence d'herbier aquatique.

M11.2.3.3 Température et production

Les résultats de la modélisation du régime hydrique à cinq stations réparties d'aval en amont dans la Romaine montrent que la température de l'eau sera différente en conditions futures de celle qui règne en conditions actuelles (Hydro-Québec, 2006). Cette différence est due à la présence des réservoirs, dans lesquels la chaleur mettra plus de temps à s'accumuler au cours du printemps et de l'été qu'en conditions actuelles, mais se maintiendra plus longtemps au cours des deux autres saisons.

Dans le secteur de la Romaine-1, en aval et en amont du barrage, la température de l'eau en conditions futures sera en moyenne plus basse, alors qu'elle sera plus élevée dans les trois autres secteurs. Le tableau M11-15 présente les températures moyennes en conditions actuelles et futures dans les stations considérées.

La température de l'eau constitue une variable importante de la croissance des poissons et, par conséquent, de leur production. L'influence de cette variable est déterminée à l'aide d'équations qui modélisent le taux de croissance des principales espèces de poissons présentes dans le bassin de la Romaine à différentes températures (voir le tableau M11-16). Le modèle produit des résultats qui sont exprimés en pourcentage et qui s'intègrent aussi bien à l'approche du macrohabitat qu'à celle du mésohabitat. Par conséquent, le facteur de correction qui résulte de l'exercice est appliqué dans les deux cas.

Tableau M11-15 : Température moyenne de l'eau de la Romaine – Conditions actuelles et futures

Secteur	Station (PK)	Température (°C)		
		Conditions actuelles (A)	Conditions futures (B)	Différence (B – A)
Romaine-1 (aval)	16	6,12	6,02	-0,10
	51	5,94	5,85	-0,09
Romaine-1 (amont)	69	5,88	6,08 [a]	0,20
Romaine-2	85	5,77	7,31 [a]	1,54
Romaine-3	150	5,19	6,42 [a]	1,23
Romaine-4	190	5,08	6,45 [a]	1,37

a. Température moyenne estimée entre 0 et 10 m de profondeur dans les réservoirs, au droit des barrages projetés, soit au PK 52,5 (Romaine 1), au PK 90,3 (Romaine 2), au PK 155 (Romaine 3) et au PK 191,9 (Romaine 4).

Tableau M11-16 : Paramètres et équations descriptives de la croissance en longueur des principales espèces de poissons de la Romaine selon la température de l'eau

Espèce	Température (°C)			Équation [a]
	Limite inférieure (T_L)	Optimale (T_{opt})	Limite supérieure (TU)	
Anguille d'Amérique	10,0	25,0	35,0	$G_{opt} = 12{,}5015(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}0762(T-T_U)})$
Meunier rouge	0,0	12,0	25,0	$G_{opt} = 805{,}4559(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}0008(T-T_U)})$
Meunier noir	12,0	24,0	30,0	$G_{opt} = 11{,}6470(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}2095(T-T_U)})$
Grand corégone	9,0	15,5	20,0	$G_{opt} = 30{,}7876(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1539(T-T_U)})$
Méné de lac	11,2	28,0	34,0	$G_{opt} = 7{,}1354(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}2995(T-T_U)})$
Grand brochet	10,0	19,0	23,0	$G_{opt} = 14{,}5162(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}3625(T-T_U)})$
Épinoche à trois épines	3,0	19,0	26,6	$G_{opt} = 8{,}4629(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1765(T-T_U)})$
Lotte	6,8	17,0	23,5	$G_{opt} = 17{,}4994(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1260(T-T_U)})$
Ménomini rond	7,0	17,5	24,5	$G_{opt} = 17{,}8437(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1090(T-T_U)})$
Naseux des rapides	5,4	16,0	22,7	$G_{opt} = 16{,}4078(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1277(T-T_U)})$
Omble de fontaine	9,8	14,6	17,9	$G_{opt} = 41{,}0673(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}2145(T-T_U)})$
Touladi	4,0	16,5	19,4	$G_{opt} = 8{,}7587(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}8435(T-T_U)})$
Ouananiche [b]	7,8	18,0	24,6	$G_{opt} = 17{,}5885(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}1235(T-T_U)})$
Ouitouche	2,0	15,0	28,0	$G_{opt} = 194{,}7481(T - T_L) \times (1 - e^{0{,}0031(T-T_U)})$

a. G_{opt} : croissance optimale (en pourcentage).
L'équation n'est valide que pour les températures situées dans la fourchette de croissance, c'est-à-dire entre les limites inférieure et supérieure de température.

b. Cette équation s'applique également à la forme anadrome du saumon atlantique.

La démarche qui a permis d'obtenir les équations de croissance optimale est présentée dans GENIVAR (2007*bs*). Le pourcentage de la croissance optimale de chacune des espèces de poissons a été calculé pour les 365 jours de l'année, une fois en conditions actuelles et une fois en conditions futures. La moyenne de la différence entre le deuxième et le premier représente le facteur de correction qu'il faut appliquer à la production en conditions futures. Le tableau M11-17 en présente les résultats.

Tableau M11-17 : Facteur de correction de la production et de l'indice de production pondérée pour la croissance des principales espèces de poissons de la Romaine – Conditions futures

Espèce	Cours aval de la Romaine [a]	Réservoir de la Romaine 1	Réservoir de la Romaine 2	Réservoir de la Romaine 3	Réservoir de la Romaine 4
Anguille d'Amérique	-6,27	–	–	–	–
Meunier rouge	10,79	12,86	12,67	12,09	6,53
Meunier noir	-7,14	-6,36	3,71	1,87	6,01
Grand corégone	-1,76	-0,99	2,54	4,67	3,52
Méné de lac	-4,88	-4,28	2,76	1,46	4,32
Grand brochet	-8,34	-7,14	5,17	3,54	7,89
Épinoche à trois épines	-2,30	-1,24	5,21	4,37	5,67
Lotte	-3,50	-2,35	4,53	4,19	5,66
Ménomini rond	-4,17	-2,96	4,72	4,10	6,02
Naseux des rapides	-1,10	-0,09	4,16	4,40	4,56
Omble de fontaine	5,94	6,03	-0,39	4,49	-2,61
Touladi	-1,33	-0,79	2,97	4,49	3,81
Saumon atlantique et ouananiche	-5,36	-4,12	4,81	4,05	6,57
Ouitouche	2,75	3,53	5,61	5,47	3,96
Moyenne	-1,91	-0,61	4,50	4,55	4,76

a. En aval du barrage de la Romaine-1 (PK 52,5).

M11.3 Méthodes particulières relatives à l'anguille d'Amérique

M11.3.1 Répartition de l'espèce

On a étudié la répartition de l'anguille d'Amérique entre l'embouchure de la Romaine et le bassin des Murailles afin d'établir si cette espèce franchit la Grande Chute (PK 52,5).

Les pêches ont été réalisées du 25 juin au 27 août 2005 au moyen de verveux, de filets-trappes, de cages à anguille et de nasses rectangulaires appâtées. La dimension des pièges est décrite au tableau M11-18. L'effort est de 35 jours-pêche avec les verveux, de 12 jours-pêche avec les filets-trappes, de 130 jours de pêche avec les cages et de 174 jours-pêche avec les nasses ; le quart de cet effort a été fait en amont de la chute.

Tableau M11-18 : Engins de pêche utilisés pour étudier la répartition de l'anguille d'Amérique dans la Romaine – 2005

Type de piège	Description
Filet-trappe	Cadre de métal de 0,8 m × 0,8 m avec bavette supérieure de 2,6 m × 4,2 m, d'une longueur de 3 m
Verveux	1 m x 1 m, comportant 4 cerceaux de 76 cm de diamètre avec mailles de 1 cm ; ouverture des entonnoirs de 13 cm Deux ailes de 7,6 m de longueur et 1,8 m de hauteur, avec mailles de 3,2 cm
Cage à anguille	1,5 m de longueur et 10 cm de diamètre ; entrée de 7,6 cm
Nasse	75 cm × 30 cm × 30 cm

Les pièges ont été visités quotidiennement et déplacés à chaque remise à l'eau, de façon à couvrir l'ensemble des tronçons étudiés.

M11.3.2 Caractéristiques de population

Les paramètres biologiques ont été déterminés à partir des données recueillies sur toutes les anguilles capturées au cours des campagnes de pêche de 2004 et de 2005 (pêche à l'anguille, pêche à l'électricité dans les tributaires et étude de dévalaison des smolts) afin d'augmenter l'effectif total. Aucune distinction n'a été apportée selon la provenance des anguilles (tributaire, rivière Romaine ou secteur de pêche). Les paramètres étudiés sont les mêmes que ceux des autres espèces (voir la section M11.2.1.4).

Cependant, la croissance en longueur des anguilles a été déterminée à partir de la mesure des distances interannuli sur les otolithes pour permettre les rétrocalculs de la longueur à l'âge. La méthode diffère de celle qu'on emploie pour les autres espèces et suit la démarche de Schnute (1981) pour décrire la croissance de la population d'anguille d'Amérique de la Romaine. Celle-ci est décrite par l'équation de Richards (1959) suivante :

$$L_t = L_\infty \left(\left(1 + \frac{1}{D} \right) \bullet e^{-k(t-t_1)} \right)^{-D}$$

Équation M11-22

où :

L_t est la longueur totale au temps t ;

L_∞ est la longueur asymptotique ou la longueur maximale estimée que pourraient atteindre les poissons si la mortalité était nulle ;

k est le coefficient de croissance de Brody ; il correspond au taux auquel la croissance diminue au fur et à mesure que le poisson vieillit ;

t est l'âge du poisson (années) ;

t_i est l'âge à partir duquel la courbe s'infléchit ;

D est le coefficient déterminant la forme plus ou moins sigmoïde de la courbe.

M11.4 Méthodes particulières relatives au saumon atlantique

M11.4.1 Montaison des adultes reproducteurs

On a évalué la population de saumons adultes remontant la Romaine en 2001 grâce à la méthode hydroacoustique. Celle-ci permet de compter les poissons qui traversent une section perpendiculaire à la rive au moyen d'appareils communément appelés « sonars ».

Des caméras sous-marines placées dans le champ des faisceaux hydroacoustiques ainsi que des pêches ont servi à valider la détection des poissons. En effet, il est difficile de distinguer à quelle espèce appartient chacune des cibles détectées par les appareils hydroacoustiques. Les caméras et les pêches ont permis de reconnaître et de situer les espèces de poissons présentes dans le site d'échantillonnage et de déterminer l'étendue des longueurs des différentes espèces qui chevauchent celle du saumon.

Par ailleurs, on a recueilli des données bathymétriques et hydrométriques afin de bien caractériser la section d'échantillonnage.

Les appareils utilisés permettent de détecter une cible dans l'eau au moyen d'un échosondeur et de transducteurs. L'échosondeur émet des ondes électriques qui actionnent les transducteurs et leur permettent de produire mécaniquement des ondes sonores dans l'eau. Lorsque ces ondes transmises touchent une cible (un poisson, par exemple) située dans le champ acoustique engendré par les transducteurs, les retours d'écho de cette cible sont enregistrés par les appareils. Dans la Romaine, on a utilisé la technologie des faisceaux séparés *split beam,* car c'est la plus avancée sur le plan technologique et la plus puissante dans le domaine de l'évaluation des stocks de poissons. Les transducteurs sont mus par des moteurs très précis commandés à distance qui permettent de les orienter dans les trois axes (x, y et z) afin de trouver la meilleure orientation possible des faisceaux et d'optimiser l'échantillonnage.

La dimension d'une cible se mesure en décibels (dB) et est exprimée sur une échelle logarithmique négative. La force d'une cible (FC) est le terme désigné pour en mesurer la dimension en décibels. Plus le retour d'ondes est fort, plus la dimension de la cible est grande, et vice versa.

M11.4.1.1 Plan d'échantillonnage

Le site retenu pour l'étude de la montaison par hydroacoustique est situé à 1 km de l'embouchure. La section d'échantillonnage, d'une largeur d'environ 200 m, est située au milieu d'une courbe peu prononcée, dans un chenal en « V » relativement profond, dont le lit est essentiellement composé de sable.

Les transducteurs sont orientés transversalement de chaque côté de la rivière. En rive droite (ouest), la portée du faisceau acoustique était de 35 m pendant toute la durée de l'échantillonnage, alors qu'en rive gauche (est) elle était de 55 m. Des tests d'échantillonnage ont été effectués entre le 18 et le 21 juillet afin de vérifier la présence de saumons au centre de la rivière, à proximité du chenal. Les distances couvertes alors par les faisceaux en rives droite et gauche étaient respectivement de 62 et 70 m. Les résultats de ce test démontrent que les saumons ne circulent pas dans le chenal de la rivière.

On a installé des clôtures de déflection perpendiculairement à la rive, en aval des transducteurs, afin de forcer les poissons à circuler à la distance souhaitée devant ceux-ci et de pouvoir ainsi les détecter efficacement, dans un champ sonore plus large.

L'échantillonnage a eu lieu du 10 juin au 29 août sur les deux rives. Les deux transducteurs ont fonctionné simultanément et en continu durant toute la campagne de mesures. Les niveaux sonores minimal et maximal d'acceptation des cibles captées par l'échosondeur ont été respectivement ajustés à -40 et à -20 dB, ce qui correspond à des longueurs de 18 cm et de 204 cm chez les salmonidés.

Les variables fournies par le système hydroacoustique ont permis d'interpréter le comportement des cibles (poissons) et d'en connaître la vitesse de nage, la position dans l'espace (coordonnées *x, y* et *z*), le sens du déplacement (montaison ou dévalaison), la date et l'heure du passage, la longueur en centimètres de même que la variabilité de cette dernière (écart-type).

M11.4.1.2 Calibration et validation

On a effectué une validation de la détection des cibles avant de commencer l'échantillonnage ainsi qu'à quelques occasions durant la saison. Pour s'assurer que les poissons qui longent le fond soient détectés, une bouteille de plastique vide plombée a été traînée sur le fond transversalement devant les faisceaux afin de s'assurer que les appareils captaient son passage.

On a recueilli des images sur bandes magnétiques à l'aide de caméras sous-marines dans le but de valider la nature des cibles captées par les appareils hydroacoustiques, tout en permettant de visualiser leur comportement. Les bandes magnétiques ont été visionnées sur place après chaque journée d'échantillonnage. Les principales informations recueillies sont la date et l'heure de passage, la position dans l'espace, la distance de la berge et le nombre de poissons par espèce aperçus par heure.

Des pêches à l'aide de filets maillants, de filets-trappes et de nasses ont eu lieu du 9 juin au 10 août afin de caractériser la composition des espèces de poissons présentes dans la zone d'étude hydroacoustique et de connaître la distribution de

leurs tailles. L'objectif était de déterminer la composition des espèces et d'établir dans quelle proportion ces dernières chevauchent l'étendue des longueurs des saumons dans la Romaine.

M11.4.1.3 Traitement des données

Les espèces de poissons ne peuvent cependant être identifiées par les appareils hydroacoustiques. Il faut recourir à d'autres approches pour les différencier dans un milieu multispécifique tel que l'embouchure de la Romaine et pour ainsi départager les saumons de l'ensemble des cibles détectées. Ces analyses menées sur les cibles ont été effectuées en dix étapes :

Étape 1 : Analyse graphique des cibles individuelles pour permettre d'isoler celles qui correspondent à des poissons migrant vers l'amont.

Étape 2 : Analyse de la base de données sur les cibles en montaison afin d'en extraire les cibles qui correspondent à des poissons de 50 à 120 cm de longueur.

Étape 3 : Exploration des données hydroacoustiques afin de dégager les principales variables qui décrivent le comportement de nage des différentes espèces de poissons de la zone d'étude.

Étape 4 : Analyse de regroupement hiérarchique de type *cluster analysis* à partir des variables définies à l'étape précédente afin de regrouper les poissons en contingents homogènes ou dotés de caractéristiques communes.

Étape 5 : Identification du groupe, parmi ceux qui ont été reconnus par l'analyse de regroupement hiérarchique de l'étape précédente, correspondant au type de nage du saumon.

Étape 6 : Identification, d'après les observations des caméras sous-marines et les captures des pêches expérimentales, des autres espèces qui peuvent se trouver dans le groupe de cibles identifié à l'étape 5.

Étape 7 : Estimation de la proportion de cibles correspondant aux différentes espèces parmi le groupe de cibles identifié à l'étape 5.

Étape 8 : Estimation du nombre de saumons qui ont franchi le site en début de saison, avant l'installation complète du système d'hydroacoustique le 11 juin.

Étape 9 : Comptabilisation du nombre de saumons capturés par les pêcheurs sportifs à l'aval du site.

Étape 10 : Estimation du nombre total de saumons en montaison par l'addition des valeurs obtenues aux étapes 7, 8 et 9.

M11.4.2 Franchissabilité des obstacles

La méthode d'évaluation générale de la franchissabilité des obstacles par le saumon est décrite à la section M11.2.2.5. Pour évaluer précisément le degré de franchissabilité des chutes à Charlie (PK 35 de la Romaine), on a réalisé une étude de télémétrie en 2003 (Belles-Isles et coll., 2004) ainsi qu'une expédition avec les Innus de Mingan en 2007 (GENIVAR, 2007*c*).

M11.4.2.1 Étude de télémétrie en 2003

M11.4.2.1.1 Capture de saumons vivants

Pour capturer un maximum de saumons vivants, on a décidé de combiner plusieurs types de pêche : au filet-trappe, à la mouche et au filet maillant.

Les filets-trappes ont été installés au PK 23 de la Romaine, où le cours principal de la rivière se divise en trois chenaux. Ils ont été levés quotidiennement du 2 au 29 juillet 2003. Deux résidants de Havre-Saint-Pierre ont pêché le saumon à la mouche entre le 7 et le 24 juillet au pied de la chute de l'Église, à la hauteur du PK 16. On a aussi utilisé des filets maillants les 23 et 25 juillet au pied du rapide à Ferdinand, au PK 30.

M11.4.2.1.2 Pose des émetteurs radio

En raison de ses pouvoirs anesthésiques reconnus chez les poissons et des nombreux avantages qu'elle procure, on s'est servi d'huile de clou de girofle pour anesthésier les saumons avant de leur poser un émetteur. L'appareil, préalablement enduit de glycérine, était poussé délicatement au fond de l'estomac à l'aide d'un tube.

Après la pose de l'émetteur, on a transféré les saumons à l'aide d'une civière dans la cage de rétention, où on les a sexés et mesurés au moyen d'un ruban souple. On a aussi prélevé quelques écailles pour examen ultérieur. Après une période de rétention minimale de 12 heures, les saumons ont été relâchés dans deux fosses situées en amont des filets-trappes.

M11.4.2.1.3 Suivi par radiopistage

Le système de télémétrie utilisé est de marque Lotek Engineering (modèle SRX-400A). Il est muni de la version W21 du logiciel d'acquisition automatique de données. Les émetteurs (modèle MBFT-5), de forme cylindrique, mesurent 48 mm de longueur et 10 mm de diamètre.

On a effectué des repérages aériens le long de la Romaine, entre son embouchure et le PK 52, pour connaître la position exacte des saumons munis d'un émetteur. Ils permettaient aussi de vérifier leur capture par des pêcheurs. Au total, neuf repérages ont été effectués entre le 12 juillet et le 16 octobre 2003, à des intervalles de 3 à 28 jours.

Une station fixe de télémétrie a été installée sur l'île située au centre des chutes à Charlie. Non seulement elle domine en hauteur le site, mais elle offre un accès direct aux secteurs amont et aval ainsi qu'aux deux bras de la chute. On a donc monté quatre antennes directionnelles de type Yagi à cinq éléments sur cette île et disposé le récepteur de télémétrie au pied d'une des antennes, à l'intérieur d'une boîte de métal étanche et verrouillée.

Le récepteur de télémétrie a été programmé pour balayer de façon automatique les fréquences de tous les saumons munis d'un émetteur, sur les quatre antennes à la fois. Chaque fréquence a été balayée pendant 2,5 secondes. Lorsqu'une fréquence était détectée lors du balayage simultané par les quatre antennes, une priorité était accordée à cette fréquence : chaque antenne la balayait à tour de rôle pour vérifier la présence de l'émetteur dans son champ de détection. Ainsi programmée, la station fixe de télémétrie a concentré son temps de balayage sur les saumons porteurs d'un émetteur qui étaient présents au pied de la chute et susceptibles de la franchir en tout temps.

L'exploitation de la station fixe de télémétrie a débuté le 6 juillet 2003, lorsque le premier saumon porteur d'un émetteur a été relâché. Par la suite, la station a été visitée périodiquement jusqu'au moment de son retrait, le 16 octobre.

M11.4.2.2 Relevés avec les Innus en 2007

Une expédition a eu lieu à la fin de juillet 2007 en présence d'Innus de Mingan afin d'effectuer des relevés de niveau d'eau au droit des chutes à Charlie dans le but d'évaluer la fenêtre des débits de franchissement de cet obstacle par le saumon atlantique.

Les relevés ont été pris au-dessus et au pied des chutes à l'aide d'un niveau de marque Pentax, modèle AL-240, le 30 juillet 2007. Les mesures ont été raccordées à une station de référence géographique installée sur le socle rocheux en rive gauche des chutes. Les débits ont été reconstitués à l'aide du modèle hydrodynamique unidimensionnel (1D) élaboré avec le logiciel Hec-Ras par Belles-Isles et coll. (2004).

Les niveaux d'eau mesurés sont ceux des repères fournis par les Innus lors de la visite au terrain. Selon un membre de la communauté de Mingan, le niveau d'eau constaté le 30 juillet 2007 n'empêche pas les saumons de remonter les chutes à Charlie. Le débit au niveau d'eau observé cette journée a été estimé à 250 m^3/s à

l'aide du modèle 1D. Selon cette même personne, un niveau d'eau d'un pied ou deux plus élevé que celui du 30 juillet n'empêche pas non plus les saumons de surmonter les chutes. Les débits correspondants sont de 300 m^3/s et de 350 m^3/s respectivement. Par contre, il ne serait plus possible pour les saumons de franchir les chutes lorsque le niveau d'eau est de trois pieds supérieur au niveau observé lors de la visite, ce qui représente un débit de 400 m^3/s.

M11.4.3 Caractéristiques biologiques des reproducteurs

La structure de taille de la population de saumons a été déterminée à partir des captures sportives dans la Romaine de 1989 à 1999 (753 poissons) et des captures commerciales dans l'estuaire (secteur 4.07) pour la période 1984-1992 (1 202 poissons) (Fontaine et coll., 2000). Seules la date de capture et la masse de chaque spécimen sont disponibles pour les captures commerciales. On a donc estimé la longueur des saumons à l'aide d'une équation de régression linéaire simple, établie à partir des données de longueur et de masse provenant des captures sportives. Selon les informations recueillies, il semble que la longueur des captures sportives serait dans la plupart des cas mesurée à la fourche.

Les données de pêches sportive et commerciale ont été regroupées de façon à bénéficier du grand nombre de saumons capturés commercialement. Il faut souligner que la sélectivité de la pêche sportive, qui vise en plus grande proportion les petits saumons, s'oppose à celle de la pêche commerciale, qui sélectionne davantage les grands saumons.

On a ensuite ventilé les longueurs en fonction des catégories de taille « madeleineaux » et « rédibermarins ». Comme l'âge des saumons n'était pas déterminé, on a dénombré les poissons de chaque catégorie en utilisant une longueur de 65 cm, reconnue par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, pour séparer les deux groupes.

Les données recueillies sur les 24 saumons récoltés à la barrière de capture dans la Puyjalon en 2001 de même que sur certains saumons prélevés par la pêche sportive la même année ont servi à bâtir une clé longueur-âge des saumons adultes. En l'absence de données sur l'âge des saumons capturés au cours des années précédentes, cette clé permet d'établir l'âge de tous les spécimens dont la longueur est connue et d'en connaître la distribution dans la population étudiée.

Un premier lecteur a déterminé en laboratoire l'âge scalaire des saumons capturés en 2001 à l'aide d'un microscope binoculaire en lumière transmise, avec un grossissement de 15 à 40 fois. Un sous-échantillon aléatoire d'écailles, correspondant à 15 % des lectures totales, a ensuite fait l'objet d'une validation par un deuxième lecteur expérimenté. Le taux de concordance est de 100 %, ce qui démontre qu'il subsiste peu de doute sur l'âge des poissons échantillonnés.

M11.4.4 Comptage des nids sur les frayères

M11.4.4.1 Plan d'échantillonnage

Pendant la période de reproduction du saumon, on a prospecté les frayères potentielles détectées lors de survols ou au cours des années antérieures. Les périodes d'inventaire des nids de saumon ont été les suivantes :

- 1999 : du 25 octobre au 6 novembre ;
- 2001 : du 26 octobre au 8 novembre ;
- 2003 : du 16 au 28 octobre ;
- 2004 : du 24 octobre au 4 novembre.

Les techniques utilisées pour trouver et dénombrer les nids de saumon ont été la plongée en apnée de même que la plongée en scaphandre autonome pour les frayères les plus profondes.

Aux frayères des rivières Puyjalon, Bat-le-Diable et Allard, deux ou trois plongeurs ont inspecté le lit des rivières en apnée, en se laissant dériver parallèlement à la rive et en balayant toute la largeur du cours d'eau. À plusieurs frayères de la Romaine, où le courant est plus fort, les plongeurs en apnée étaient reliés au moyen d'une corde de polypropylène à un bateau ancré. Au moyen d'une poignée d'escalade, deux plongeurs descendaient graduellement le long de la corde en effectuant un mouvement de pendule de manière à balayer le plus large secteur possible.

Aux profondeurs excédant 1,5 m, les inspections et le compte des nids ont été effectués en plongée avec bouteille d'air comprimé. Un plongeur, rattaché à une ligne de vie, comptait les nids en faisant le mouvement de pendule décrit précédemment.

Les nids de saumon ont été repérés à l'aide des indices suivants :

- dépression de forme oblongue de 0,5 à 1,5 m de longueur sur 0,3 à 1 m de largeur et orientée dans le sens de l'écoulement ;
- substrat dont la teinte est plus pâle que le matériel granulaire environnant, indiquant qu'il a été nettoyé et remanié récemment.

Aux principales frayères, on a déposé des pierres peintes en blanc dans chaque nid pour éviter de doubler le comptage.

M11.4.4.2 Relevés physiques

Certaines frayères ont fait l'objet des mesures physiques suivantes :

- profondeur des nids ;

- vitesse d'écoulement mesurée à 0,2*h*, 0,6*h* et 0,8*h* (sur la frayère n^{o} 24) ou à 0,6*h* (sur les frayères n^{os} 5 et 11) sous la surface de l'eau (*h* étant la profondeur) ;
- granulométrie (pourcentage de recouvrement de chaque classe de substrat).

M11.4.5 Conditions hivernales des frayères

Une campagne d'hiver a eu lieu du 10 au 14 mars 2000. Elle avait pour objectif de décrire les conditions de glace et d'écoulement de l'eau au-dessus des nids (Fontaine et coll., 2000). Les nids de saumons découverts à l'automne 1999 dans la Romaine ont été retrouvés à l'aide d'un équipement d'arpentage. On a creusé des trous dans la glace à l'aide d'une tarière et d'une scie à chaîne pour accéder aux nids.

On a noté les observations suivantes au-dessus des nids :

- la vitesse d'écoulement à 0,2*h* et à 0,8*h* (*h* étant la profondeur) ;
- la profondeur d'eau sous la glace ;
- l'épaisseur des différentes couches de glaces (blanche et bleue), de frasil et de neige.

L'utilisation d'une pompe à substrat a permis de recueillir un échantillon d'œufs et de vérifier leur stade de développement.

Des relevés ont été effectués sur des sections transversales, à la hauteur des frayères des PK 46,2 et 48,9. À chacune des sections, on a pratiqué de dix à douze ouvertures dans la glace afin de mesurer la profondeur d'eau et de noter l'épaisseur de la glace, du frasil et de la couverture de neige en surface. La frayère du PK 46,2 comportait trois sections et la frayère du PK 48,9, deux.

Une seconde campagne de relevés hydrométriques, effectuée en mars 2005, a permis de fournir plus d'informations sur la profondeur d'eau, sur la vitesse d'écoulement et sur la présence de frasil au-dessus des frayères.

M11.4.6 Dynamique hydrosédimentaire des frayères

M11.4.6.1 Matériel

Afin de caractériser la dynamique sédimentaire des trois frayères étudiées (PK 34,5, 46,2 et 48,9), on a recueilli des données sur le terrain au sujet des variables suivantes :

- qualité du substrat, établie par la quantité de sédiments fins ;
- transport en charge de fond ;
- transport en suspension ;
- événements hydrologiques, déterminés par les fluctuations du débit.

L'échantillonnage du substrat a été effectué à l'aide d'un nouveau dispositif : le cube d'infiltration (Levasseur et coll., 2006). On l'a utilisé de façon à reproduire le plus fidèlement possible les caractéristiques morphosédimentologiques d'un nid naturel de saumon. Le transport en charge de fond et la turbidité de l'eau ont été respectivement échantillonnés à l'aide de pièges à sédiments (fabriqués à partir de tuyaux de drainage de 15 cm de diamètre) installés dans le lit de la frayère et de turbidimètres Global Water (modèle WQ710). Une jauge à niveau, située au PK 16, a permis d'obtenir le débit journalier moyen de la Romaine pour l'ensemble de la période étudiée.

M11.4.6.2 Échantillonnage

Les cubes d'infiltration et les pièges à sédiments ont été installés entre le 11 et le 15 septembre 2005. Immédiatement après l'installation, on a extrait des cubes du lit de chacune des frayères étudiées. Ces échantillons représentent les témoins. Les prélèvements au moyen des cubes d'infiltration et des pièges à sédiments ont ensuite été répétés à chaque frayère par trois fois durant la période de développement des embryons de saumon, soit de l'automne 2005 à l'été 2006, après l'émergence des alevins. On a sélectionné les périodes d'échantillonnage de manière à évaluer l'effet de conditions hydrosédimentologiques susceptibles de modifier la dynamique sédimentaire de la Romaine. Ces périodes sont les suivantes :

- début de l'hiver (début février), après les crues d'automne, afin d'en évaluer les effets ;
- fin de l'hiver (fin mars), juste avant le départ des glaces, afin de caractériser l'effet de l'étiage hivernal et de la présence d'une couverture de glace stable ;
- fin de l'été (août), après la crue de printemps, afin de déterminer l'effet de la crue.

Un turbidimètre a été installé à chacune des frayères étudiées, et les données enregistrées quotidiennement ont été récupérées à l'occasion de chaque opération de récupération des cubes et des pièges.

M11.4.7 Inventaire des juvéniles

M11.4.7.1 Plan d'échantillonnage

Dans la partie de la Romaine accessible au saumon, on a échantillonné les saumons juvéniles dans les trois tronçons suivants :

- tronçon aval : du pont de la route 138 à la chute de l'Église (PK 2,1-16,0) ;
- tronçon central : de la chute de l'Église aux chutes à Charlie (PK 16,0-35,0) ;
- tronçon amont : des chutes à Charlie à la Grande Chute (PK 35,0-52,5).

Les stations d'échantillonnage étaient situées près des rives, le long de hauts-fonds ainsi que dans la portion centrale des chenaux afin d'estimer correctement l'abondance des jeunes saumons.

M11.4.7.2 Engins et méthodes de pêche

On a fait appel à plusieurs techniques : la pêche à la seine de rivage, à la seine dérivante, à la ligne, à l'électricité et au chalut de même que l'observation en plongée.

Le tableau M11-19 précise les techniques d'inventaire utilisées et l'effort d'échantillonnage dans chacun des trois tronçons ainsi que les grandes caractéristiques physiques des lieux d'application privilégiés de chacune des techniques. La campagne d'échantillonnage s'est déroulée du 7 au 25 août 2001.

Tableau M11-19 : Techniques d'échantillonnage des saumons juvéniles dans la Romaine – 2001

Technique d'inventaire	Effort de pêche ou de plongée	Lieu
Pêche à la seine de rivage et à la seine dérivante	20 coups par tronçon	Rivages et zones sablonneuses relativement profondes
Pêche à la ligne (mouche)	10 h par tronçon ; 1 h par site	Pied et tête des obstacles et des hauts-fonds caillouteux
Pêche à l'électricité	10 parcelles ouvertes par tronçon	Berges et zones caillouteuses peu profondes
Plongée en apnée	20 cordées par tronçon	Hauts-fonds et zones profondes du chenal principal
Pêche expérimentale en chalut	3 jours dans le tronçon aval	Chenal et zones profondes

Des coups de seine ont été donnés en soirée alors que les juvéniles se rapprochent des rives. Ces essais avaient pour but de vérifier s'il y avait une différence de capturabilité entre le jour et la nuit. La petite seine, qui ciblait les alevins de petite taille, était manipulée par deux personnes, tandis que la grande seine dérivante nécessitait au minimum quatre personnes. Elles étaient déployées vers le large, descendues vers l'aval puis tirées vers la berge pour encercler les poissons présents dans la surface couverte. On s'est servi d'une embarcation pour déployer la seine dérivante dans les zones profondes. Les superficies couvertes ont varié de 54 à 1 050 m^2 avec la seine de rivage et de 800 à 2 500 m^2 avec la seine dérivante.

La pêche à la ligne a été exécutée selon le protocole décrit dans Lachance et Bérubé (1999). Il s'agit de capturer, de marquer puis de recapturer (CMR) des tacons en utilisant la technique de pêche à la mouche. La stratégie d'échantillonnage était de pêcher dans les zones profondes et plus rapides qui sont inaccessibles avec les autres techniques. Les tacons capturés étaient placés dans un seau rempli d'eau à moitié, en attente d'être marqués à la fin de chaque séance de pêche. Les prises étaient marquées si au moins cinq tacons étaient capturés.

Les pêches à l'électricité ont eu lieu dans une quinzaine de parcelles ouvertes de 100 m^2 à l'aide d'un appareil Coffelt (modèle BP-1C). La surface échantillonnée a été délimitée à l'aide d'une corde et de plombs répartis aux quatre coins de la parcelle. La couverture de chaque parcelle a été chronométrée ; elle prenait environ quinze minutes. Un manipulateur et un puiseur participaient à l'échantillonnage.

Pour les observations sous-marines, un câble gradué de 100 m de longueur servait de guide pour effectuer les cordées en plongée. On a effectué les observations en se hissant lentement vers l'amont avec le câble. Le plongeur dénombrait tous les poissons qu'il observait de chaque côté de la corde, jusqu'à la limite de visibilité. La superficie couverte en plongée variait selon la visibilité, qui s'étendait de 2,5 à 6 m selon la luminosité et la profondeur d'eau.

Le chalutage, effectué à titre expérimental, visait à renseigner sur l'utilisation par les tacons des zones les plus profondes du chenal central de la rivière. Il s'agissait d'un petit chalut de fond à panneaux d'une longueur hors tout de 11 m, dont l'ouverture horizontale était de 5 m et dont le maillage de cul avait une dimension de 3 mm. Les essais ont été réalisés entre le pont de la route 138 et la chute de l'Église, où la rivière est la plus large. Les traits de chalut ont été effectués autant vers l'amont que vers l'aval. On a bien capturé quelques juvéniles dans la zone profonde de la rivière, mais on n'a pu en calculer la densité.

M11.4.7.3 Mesures et prélèvements

On a mesuré les alevins et les tacons de saumon à la fin de chaque séance de pêche. Plusieurs spécimens ont été sélectionnés au hasard et sacrifiés aux fins d'autopsie par examen visuel, de mesures d'usage en laboratoire (poids, sexe, etc.) et de détermination de l'âge par prélèvement d'écailles. Les autres ont été relâchés indemnes à l'eau.

Les données biologiques recueillies et les lectures d'écailles ont permis d'évaluer la croissance en longueur des différents groupes d'âge dans la population de saumons juvéniles de la Romaine. La moyenne arithmétique de la longueur à la fourche, par âge, a servi à estimer la croissance en longueur des captures.

M11.4.7.4 Lecture d'âge

Les lectures d'âge ont été effectuées sous un microscope binoculaire avec un éclairage par transparence. Un second lecteur expérimenté a validé 7 % de ces lectures. Le pourcentage de concordance entre la première et la seconde lecture est excellent, soit 94,1 %.

M11.4.7.5 Traitement des données

Le nombre de saumons juvéniles capturés par parcelle a permis d'évaluer leur densité brute et absolue. La densité brute correspond au nombre de juvéniles par unité de 100 m^2. On obtient la densité absolue en pondérant la densité brute en fonction de l'efficacité des différents engins de pêche utilisés.

Dans le cas des pêches à la seine et des cordées en plongée, on a évalué que l'efficacité était de 100 % par coup de seine et par cordée. Un certain nombre de poissons peuvent échapper à l'engin ou à l'observateur, mais ces valeurs demeurent faibles.

Pour la pêche à l'électricité, on a retenu une efficacité de 35 % au premier passage pour estimer la densité absolue. Ce taux correspond aux valeurs minimales d'efficacité dans l'étendue des valeurs recensées pour ce type d'engin.

M11.4.8 Dévalaison des smolts

M11.4.8.1 Plan d'échantillonnage

L'abondance des smolts en migration vers la mer a été évaluée selon la méthode de capture, marquage et recapture (CMR) en 2001 et en 2005. Il s'agit de placer une ou plusieurs trappes à poissons dans la rivière, en aval des zones de production, et de procéder au marquage puis au relâchement des smolts capturés (site de capture). Une seconde série de trappes plus en aval (site de recapture), permet de récolter un second échantillon de la population, au sein duquel une certaine proportion des smolts porteront les marques de la première capture. Comme la proportion de smolts soumis au marquage et le nombre d'individus marqués et recapturés sont connus, il est possible d'estimer la taille totale de la population en dévalaison.

M11.4.8.2 Marquage des smolts

Les smolts capturés ont reçu une marque thermique (selon la technique du *hot branding*, qui consiste à apposer un « V » à l'aide d'un élément chauffant) dont l'orientation et l'endroit d'apposition sur le corps changeaient chaque jour. La marque du jour était consignée dans un carnet de terrain sous forme de code. Les smolts interceptés au site de recapture étaient examinés systématiquement pour déterminer la présence d'une marque, et le code correspondant était noté, le cas échéant.

M11.4.8.3 Étude de 2001

Cinq trappes de type chalut ont été installées du 28 mai au 29 juin 2001 dans la Romaine, tandis que deux autres l'ont été du 24 mai au 10 juillet dans la Puyjalon. Dans la Romaine, les trappes ont été installées au PK 14,8 pour la capture et au PK 13,3 pour la recapture, juste en amont de la confluence de la Puyjalon. Dans

cette dernière, la trappe de capture a été installée une centaine de mètres en aval de la confluence avec la rivière Bat-le-Diable, alors que la trappe de recapture a été positionnée environ 1 km plus en aval.

M11.4.8.4 Étude de 2005

En 2005, on a installé toutes les trappes à la hauteur du pont de la route 138 (PK 2,2) afin d'évaluer la production combinée de smolts de la Romaine et de la Puyjalon. En plus des deux trappes de type chalut installées en aval du pont de la route 138 (bras gauche de la rivière), trois trappes rotatives, d'une ouverture de 2,44 m de diamètre chacune, ont aussi été placées en amont et en aval du même pont. L'ensemble des trappes a servi à la fois à la capture et à la recapture. Les smolts marqués étaient transportés quelques kilomètres en amont, puis relâchés.

M11.4.8.5 Mesures et prélèvements

On a mesuré quotidiennement quelques smolts pour établir la distribution des longueurs de la population en dévalaison. Les caractéristiques biologiques de cette population proviennent d'un sous-échantillon de smolts sacrifiés dont la longueur totale et à la fourche, le poids, le sexe et le degré de maturité ont été notés en laboratoire. On a également prélevé quelques écailles afin de déterminer l'âge des smolts.

M11.4.8.6 Traitement des données

L'estimateur utilisé pour évaluer la taille de la population de smolts est celui de Petersen, corrigé par Chapman (Ricker, 1980) et résolu grâce à l'équation suivante :

$$N = \frac{(M + 1) \times (C + 1)}{R + 1}$$

Équation M11-23

où :

N est l'effectif total de la population ;

M est le nombre de smolts marqués au site de capture ;

C est le nombre de smolts capturés au site de recapture ;

R est le nombre de smolts marqués et recapturés au site de recapture.

Comme le même site a servi à la fois à la capture et à la recapture en 2005, le nombre de smolts capturés au site de recapture (C) égale le nombre de smolts marqués au site de capture (M), auquel on ajoute les mortalités.

On obtient l'intervalle de confiance sur l'estimation de la taille de population N en utilisant la distribution de la statistique de F, qui permet de prendre en considération à la fois la variabilité des captures et des recaptures ainsi que celle du rapport

entre les deux. Le calcul est basé sur la relation entre la distribution de *F* (rapport entre deux variances) et la distribution binomiale (Zar, 1984), c'est-à-dire le rapport *R/C*, qui fournit une estimation de la proportion de smolts marqués en dévalaison.

L'intervalle de confiance se calcule ainsi :

$$MAX = \frac{X}{X + (n - X + 1) F\infty(2), v1, v2}$$

Équation M11-24

où :

X est le nombre de recaptures ;

n est le nombre de captures ;

$v1 = 2\,(n - X + 1)$;

$v2 = 2X$.

$$MIN = \frac{(X + 1) F\infty(2), v', v'2}{n - X + (X + 1) F\infty(2), v', v'2}$$

Équation M11-25

où :

$v'1 = v2 + 2$;

$v'2 = v1 - 2$.

M11.4.9 Potentiel salmonicole

La méthode d'évaluation du potentiel salmonicole de la Romaine s'appuie sur une approche à l'échelle du mésohabitat fondée sur la prise d'images aériennes pour cartographier et évaluer la superficie d'habitat.

M11.4.9.1 Prise d'images aériennes à haute résolution

Une banque d'images aériennes a été constituée le 31 août 2001. Les images ou photographies verticales ont été acquises en format numérique avec une résolution de 30 cm par pixel. Un traitement informatique a permis, à l'aide des positions GPS des photographies, d'assembler ces images en mosaïques géoréférencées pour le tronçon compris entre les PK 0 et 52,5 de la Romaine, soit la portion accessible au saumon.

M11.4.9.2 Caractérisation de l'habitat du saumon dans la Romaine

Dans le cours principal de la Romaine, la caractérisation de l'habitat du saumon repose sur la même méthode que celle qu'on a utilisée pour caractériser les habitats du poisson à la section M11.2.2.1.

M11.4.9.3 Caractérisation de l'habitat du saumon dans les tributaires

La méthode de caractérisation de l'habitat du saumon dans les tributaires est la photo-interprétation, décrite à la section M11.2.2.1.

En 1986, on a réalisé une première photo-interprétation de l'habitat salmonicole des tributaires à l'aide de photographies aériennes à l'échelle de 1 : 15 000 datant de 1979 (Gilles Shooner et Associés, 1986). On a ensuite effectué une revue de cette interprétation en 1999, à l'aide de deux séries de photographies aériennes plus récentes, l'une prise en 1989 pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) à l'échelle de 1 : 15 000 et l'autre prise en 1999 pour Hydro-Québec et le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) à l'échelle de 1 : 20 000.

M11.4.9.4 Indice de qualité d'habitat et unité de production

On s'est servi de la méthode adoptée par le MRNF (Picard, 1998), basée sur un indice de la qualité d'habitat (IQH), pour évaluer la production des unités ou segments homogènes d'habitat. Cette méthode utilise quatre critères :

- largeur du cours d'eau ;
- faciès d'écoulement ;
- granulométrie du substrat ;
- durée de la période de croissance, calculée selon Power (1981).

Les trois premiers critères (largeur, faciès et substrat) sont fournis par la photo-interprétation et les observations provenant des travaux de terrain.

On mesure la largeur d'une unité homogène au droit du point central de cette unité. Lorsque les habitats s'étendent sur un tronçon de rivière de largeur variable, on subdivise l'unité homogène en sous-unités, auxquelles on attribue une largeur spécifique. Les données relatives au substrat et au faciès d'écoulement sont également notées à ce moment. Le dernier critère détermine le potentiel de croissance des tacons associé à la température de l'eau, pour tout le bassin versant ; ce potentiel est basé sur le cumul du nombre de jours où la température est supérieure à 5,6 °C. La période de croissance est estimée à 130 jours dans la Romaine (Caron et coll., 1999).

Des courbes de préférence, caractérisant chacun des quatre critères, ont été mises au point à partir de densités obtenues au moyen de pêches à l'électricité sur quelques rivières du Québec. Les indices de préférence varient de 0 à 1, « 0 » étant associé à un mauvais habitat et « 1 », à un habitat optimal. Par exemple, un rapide aura une cote de 1 alors qu'un bassin en aura une de 0,25 sur la courbe de préférence du faciès d'écoulement.

Le modèle d'IQH fournit un indice global (IQH_g), fondé sur les indices d'acceptabilité de chacun des critères, soit la largeur du cours d'eau (IQH_l), son faciès d'écoulement (IQH_f), la granulométrie de son substrat (IQH_s) ainsi que le nombre de degrés-jours de croissance de ses eaux ($IQH_{d\text{-}j}$) selon la formule suivante :

$$IQH = \left[\left(IQH_i + IQH_f + IQH_s \right) / 3 \times IQH_{d-j} \right]$$ Équation M11-26

Cet indice global est compris entre 0 et 1 et est calculé pour chaque unité ou segment homogène d'habitat. Multiplié par la superficie de l'unité, il fournit le nombre d'unités de production (UP) de celle-ci. Le cumul de ces UP permet de déterminer une mesure des habitats aquatiques propices au taconnage présents dans l'ensemble du cours accessible des rivières.

On a dû adapter la courbe de préférence de la largeur, car la Romaine est en général plus large que les rivières qui ont servi à établir la courbe de Picard (1998).

M11.4.9.5 Calcul du potentiel salmonicole

L'évaluation du potentiel salmonicole s'appuie sur des exemples de relations de densité dépendante, obtenues spécifiquement pour le saumon atlantique, entre un stock et son recrutement (Fontaine et Caron, 1999). Ces relations permettent de fixer certains paramètres de gestion, comme le stock optimal S_{opt}, correspondant au nombre de reproducteurs qu'il faut laisser en rivière pour pouvoir récolter, au fil des ans, un nombre optimal de saumons (C_{opt}). L'addition de ces deux paramètres donne le recrutement attendu (R_{opt}) pour un nombre de reproducteurs correspondant à S_{opt}.

La relation stock/recrutement (S/R) est exprimée en œufs déposés par œufs recrutés. Lorsqu'on connaît les proportions de madeleineaux et de rédibermarins, le rapport des sexes, leur poids moyen et le nombre d'œufs par kilogramme pour ces deux groupes dans la population de la Romaine, on peut transformer en saumons le nombre d'œufs utilisé dans les relations S/R.

Pour le MRNF, S_{opt} correspond au seuil de conservation (Caron et coll., 1999). On a fait appel à l'approche de Bayes pour assigner une distribution de probabilités au paramètre S_{opt} (Walter et Ludwig, 1994). Le S_{opt} estimé et retenu par le MRNF est de 75 %, ce qui signifie qu'il a 75 % de chances d'être supérieur à la vraie valeur de S_{opt} (approche prudente de gestion).

À partir des valeurs de stock optimal (S_{opt}) et de captures optimales (C_{opt}) connues, provenant de quelques rivières à saumon du Québec, ainsi que de leur nombre d'unités de production (UP), il a été possible d'établir une relation entre ces paramètres de gestion et les unités de production par de simples régressions linéaires (Fontaine et Caron, 1999) :

$$S_{opt}\ (75\ \%)\ (\text{millions d'œufs}) = 1{,}67 \times UP\ ;\ r^2 = 0{,}89 \qquad \text{Équation M11-27}$$

$$C_{opt}\ (75\ \%)\ (\text{millions d'œufs}) = 2{,}86 \times UP\ ;\ r^2 = 0{,}63 \qquad \text{Équation M11-28}$$

Il est donc possible d'évaluer la production d'œufs d'une rivière à partir de son nombre d'unités de production (Caron et coll., 1999) :

$$R_{opt} = S_{opt} + C_{opt} \qquad \text{Équation M11-29}$$

Cette production d'œufs équivaut au potentiel salmonicole d'une rivière. Il suffit de connaître la structure de population pour évaluer combien de saumons adultes sont nécessaires pour produire cette quantité d'œufs. Ce potentiel correspond cependant au recrutement pour un stock fixe de reproducteurs dans un contexte d'exploitation optimale.

M11.4.10 Exploitation par la pêche sportive

M11.4.10.1 Plan d'échantillonnage

Au cours de l'été 2001, on a mené une enquête sur la pêche sportive au saumon dans la Romaine et la Puyjalon à l'aide d'un plan d'échantillonnage stratifié (GENIVAR Groupe Conseil, 2002).

Les périodes de fréquentation des pêcheurs et les différents endroits fréquentés ont servi à définir les strates du plan d'échantillonnage. Celui-ci a donc été réalisé en concentrant la prise de données durant les périodes de la saison, les jours de la semaine, les congés fériés, le moment de la journée et les accès les plus fréquentés.

Pour obtenir un échantillonnage aléatoire stratifié, on a divisé la population de pêcheurs en strates (L) distinctes, selon les périodes de fort et de faible fréquentation ainsi que les secteurs dont la fréquentation change au fur et à mesure que migrent les saumons vers l'amont. Ces strates étaient sans chevauchement et de dimension connue. Le choix des périodes échantillonnées pour une strate donnée s'est fait par tirage au sort sans remise et indépendamment des autres strates.

L'enquête a débuté le 15 juin, date de l'arrivée des saumons dans la rivière, et s'est poursuivie jusqu'au milieu d'août, période où les pêcheurs délaissent habituellement cette activité, selon l'Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre (ACPHSP).

Les paramètres à évaluer au cours de l'enquête de 2001 étaient l'effort total de pêche (nombre de pêcheurs et heures de pêche par personne) et le nombre de saumons capturés par unité d'effort (CPUE, en saumons par heure de pêche). En multipliant l'effort de pêche total et les CPUE, on obtient le nombre de saumons capturés.

L'enquête sur la pêche sportive au saumon dans la Romaine a été répétée en 2004 en utilisant la même méthode qu'en 2001. Les résultats de cette enquête sont présentés à la section 33.1.4.1.

M11.4.10.2 Traitement statistique

On obtient la récolte totale (C) à l'aide de l'équation suivante :

$$C = E \times CPUE$$ Équation M11-30

où :

E est l'effort de pêche déterminé par l'échantillonnage des heures de pêche ;

CPUE sont les captures par unité d'effort obtenues lors des entrevues.

Comme le nombre total d'heures de pêche par échantillon et le nombre de pêcheurs sont connus, l'effort de pêche peut être transformé en nombre d'heures de pêche par pêcheur.

Les CPUE sont fournies par la formule suivante :

$$CPUE = C / T$$ Équation M11-31

où :

C est le nombre de poissons capturés (enregistrés) ;

T est le nombre d'heures de pêche (mesuré) pour chaque strate ou pour l'ensemble des strates, selon le résultat désiré.

Les formules décrites par Cochran (1977) fournissent l'essentiel de la base statistique pour estimer les trois principaux paramètres d'exploitation (effort, succès et nombre de captures).

M11.5 Références

Ault, J.S., et N.M. Ehrhardt. 1991. « Correction to the Beverton and Hold Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions ». *ICLARM Fishbyte*, vol. 9, nº 1, p. 36-39.

Belles-Isles, M., Y. Plourde, P. Pelletier, C. Théberge et P. Thibodeau. 2004. *Complexe Romaine. Aménagement intégral de la rivière Romaine. Étude préliminaire sur les débits réservés et la faune ichtyenne.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 134 p. et ann.

Bertalanffy, L. Von. 1934. « Untersuchungen über die Gesetzlichkeiten des Wachstums. I : Allgemeine Grundlagen der Theorie ; mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren ». *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, vol. 131, p. 613-652.

Beverton, R.J.H., et S.J. Holt. 1956. « A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. » Procès-verbal de réunion. *CIEM,* nº 40, p. 67-83.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Boudreault, A. 1984. *Méthodologie utilisée pour la photo-interprétation des rivières à saumon de la Côte-Nord.* Préparé pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Lorette-ville, Gilles Shooner et Associés. 26 p.

Bückmann, A. 1929. « Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen ». *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden Abt*., vol. 9. Berlin, Urban und Schwarzenberg.

Caron, F., P.M. Fontaine et S.É. Picard. 1999. *Seuil de conservation et cible de gestion pour les rivières à saumon* (Salmo salar) *du Québec*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 48 p.

Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques,* 3e éd. New York, John Wiley & Sons. 428 p.

Crisp, D.T. 1981. « A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonid fishes ». *Freshwater Biology*, nº 11, p. 361-368.

Fontaine, P.-M., et F. Caron. 1999. *Détermination d'un seuil de conservation pour les rivières à saumon atlantique* (Salmo salar) *au Québec au moyen des relations stock-recrutement*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 140 p.

Fontaine, P.-M., F. Lévesque, M. Proulx et M. Heppell. 2000. *Étude du saumon de la rivière Romaine en 1999*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, GENIVAR Groupe Conseil. 63 p. et ann.

Froese, R., et D. Pauly. 2005. *FishBase. World Wide Web Electronic Publication.* En ligne : [www.fishbase.org].

GENIVAR Groupe Conseil. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 119 p. et ann.

GENIVAR Groupe Conseil. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 202 p. et ann.

GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 222 p. et ann.

GENIVAR. 2007*a*. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique.* Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.-L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84p. et ann.

GENIVAR. 2007*b*. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel.* Version préliminaire. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 202 p. et ann.

GENIVAR. 2007*b*. *Évaluation de la franchissabilité des obstacles à la migration du saumon atlantique dans la Romaine, avec une attention spéciale pour les chutes à Charlie. Rapport d'expédition avec les Innus de Mingan.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 7 p. et ann.

Gilles Shooner et Associés. 1986. *Fiche signalétique. Saumon, rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec. Loretteville, Gilles Shooner et Associés. 64 p. et ann.

Hayeur, G., 2001. *Synthèse des connaissances environnementales acquises en milieu nordique de 1970 à 2000.* Montréal, Hydro-Québec. 110 p.

Hoenig, J.M. 1982. *Estimating mortality rate from the maximum observed age*. ICES C. M./1982/D nº 5. 10 p.

Horne, A.J., et C.R. Goldman. 1994. *Limnology.* 2e éd. New York, McGraw-Hill. 576 p.

Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel*. Montréal, Hydro-Québec Équipement.

Jensen, A.J., B.O. Johnsen et L. Saksgard. 1989. « Temperature requirements in atlantic salmon *(Salmo salar L.)*, brown trout *(S. trutta)* and arctic charr *(S. alpinus)* from hatching to initial feeding compared to their geographical distribution ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, nº 46, p. 786-789.

King, M. 1995. *Fisheries Biology. Assessment and Management*. Cambridge (MA), Fishing News Book. 341 p.

Lachance, S., et P. Bérubé. 1999. *Rivière Montmorency. Synthèse des résultats du programme d'étude quinquennal (1993-1997) concernant la population d'omble de fontaine et son habitat.* Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 122 p. et ann.

Levasseur, M., F. Bérubé et N. Bergeron. 2006. « A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial salmonid redds ». *Earth Surface Processes and Landforms*, nº 31, p. 526-530.

Lynch-Stewart, P., P, Neice, C. Rubec et I. Kessel-Taylor. 1996. *La politique fédérale sur la conservation des terres humides. Guide de mise en œuvre à l'intention des gestionnaires des terres fédérales*. Ottawa, Ministère de l'Environnement du Canada, Service canadien de la faune, Direction de la conservation de la faune. 37 p.

Lysak, W. 1980. *Lake Winnipeg fish stock assessment program*. Manitoba Department of Ressources Manuscript Report nº 80-30. 118 p.

Munro, J.L., et D. Pauly. 1983. « A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates ». *ICLARM Fishbyte*, vol. 1, p. 5-6.

Pauly, D., et J.L Munro. 1984. « Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates ». *ICLARM Fishbyte*, vol. 2, p. 21.

Picard, S.E. 1998. « Élaboration d'un indice de qualité d'habitat (IQH) caractérisant les aires de croissance des juvéniles de saumon atlantique *(Salmo salar)* pour les rivières du Québec ». Mémoire de maîtrise. Rimouski, Université du Québec à Rimouski. 84 p.

Power, G. 1981. « Stock Characteristics and catches of Atlantic salmon *(Salmo salar)* in Québec, and Newfoundland and Labrador in relation to Environmental variables ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 38, p. 1601-1611.

Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1994. *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF.* Québec, MEF. 37 p. et ann.

Randall, R.G., J.R.M. Kelso et C.K. Minns. 1995. « Fish production in freshwaters : Are rivers more productive than lakes ? » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 631-643.

Richards, F.J. 1959. « A flexible growth function for empirical use ». *Journal of Experiences in Botany,* vol. 10, nº 10, p. 290-300.

Ricker, W.E. 1980. *Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bulletin 191F.* Ottawa, Ministère des Pêches et des Océans du Canada.

Robson, D.S., et D.G. Chapman. 1961. « Catch curves and mortality rates ». *Trans. Am. Fish. Soc.*, vol. 94, p. 214-218.

Schnute, J. 1981. « A versatile growth model with statistically stable parameters ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* vol. 38, p. 1128-1140.

Wallace, J.C., et T.G. Heggbergett. 1988. « Incubation of eggs of atlantic salmon (*Salmo salar*) from different Norwegian streams at temperature below 1°C ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, nº 45, p. 193-196.

Walter, C., et D. Ludwing. 1994. « Calculation of Bayes posteriori probability distribution for key population parameters ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* vol. 51, p. 713-722.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2e éd. Englewood Cliffs (NJ), Prentice-Hall. 718 p.

M12 Mercure

- Conditions actuelles
- Prévision des impacts
- Références

M12.1 Conditions actuelles

Cette méthode porte principalement sur l'évaluation du mercure dans la chair des poissons, puisque ce n'est que par la consommation de poissons que l'homme peut être exposé de façon significative au méthylmercure.

On trouvera davantage d'information dans les études sectorielles suivantes :

- Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu : océanographie physique et biologique.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.
- GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec. 2005. *Projet du complexe de la Romaine. Mercure dans la chair des poissons.* Montréal, Hydro-Québec. 67 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2007*b*. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel. Le mercure et la santé publique. Exposition au mercure et perception du risque de contamination par le mercure des populations de Havre-Saint-Pierre et de Longue-Pointe-de-Mingan*. Préparé par Nove Environnement et le Service d'analyse de risque QSAR. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.
- Hydro-Québec. 2007*a*. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel. Le mercure et la santé publique. Exposition au mercure et perception du risque de contamination par le mercure de la population d'Ekuanitshit*. Préparé par Nove Environnement et le Service d'analyse de risque QSAR. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

M12.1.1 Secteurs considérés

La zone d'étude relative au mercure dans la chair des poissons comprend quatre secteurs :

- le secteur de la Romaine-1, qui comprend le réservoir projeté de la Romaine 1 et la rivière Romaine en aval du réservoir ;
- le secteur de la Romaine-2, qui comprend le réservoir projeté de la Romaine 2 ;
- le secteur de la Romaine-3, qui comprend le réservoir projeté de la Romaine 3 ;
- le secteur de la Romaine-4, qui comprend le réservoir projeté de la Romaine 4 ainsi que le lac aux Sauterelles, situé au nord-ouest de la zone d'étude du milieu naturel.

Toutefois, seuls les secteurs de la Romaine-1 et de la Romaine-4 ont fait l'objet d'une cueillette de données dans le cadre de la présente étude d'impact. Les données de ces deux secteurs ont été jugées représentatives de l'ensemble des quatre secteurs d'aménagement de la Romaine, car le traitement mathématique n'a pas révélé de différence significative systématique de l'amont vers l'aval de la zone d'étude.

M12.1.2 Détermination des teneurs en mercure des poissons en conditions actuelles

M12.1.2.1 Données utilisées

Les données mises à contribution pour la détermination des teneurs en mercure dans la chair des poissons en conditions actuelles proviennent de deux campagnes de pêche effectuées en 2001 (Environnement Illimité, 2002) et en 2004 (GENIVAR et Hydro-Québec, 2005) dans plusieurs plans d'eau du bassin versant de la rivière Romaine. Les emplacements des stations de pêche sont indiqués dans l'étude sectorielle sur le mercure dans la chair des poissons (GENIVAR et Hydro-Québec, 2005).

M12.1.2.2 Espèces cibles et longueurs standardisées

Huit espèces de poissons ont été analysées pour le mercure dans les milieux naturels du bassin versant de la Romaine. Chez le grand corégone, on a échantillonné les formes naine et normale. Le méné de lac n'a pas fait l'objet d'une analyse statistique détaillée, car il s'agit d'une espèce fourrage de petite taille, échantillonnée dans le secteur de la Romaine-1 en 2001.

La teneur en mercure varie en fonction de l'âge et de la taille des poissons, puisque ce métal est bioaccumulé graduellement durant toute leur vie. Les teneurs en mercure actuelles dans la chair des poissons sont donc déterminées pour des longueurs standardisées qui correspondent approximativement aux longueurs moyennes des captures provenant des pêches d'inventaire ainsi que des suivis effectués dans d'autres régions du Québec :

- grand corégone de forme naine : 200 mm ;
- ouitouche : 200 mm ;
- omble chevalier : 250 mm ;
- omble de fontaine 300 mm ;
- grand corégone de forme normale : 400 mm ;
- meunier noir : 400 mm ;
- touladi : 600 mm ;
- grand brochet : 700 mm.

M12.1.2.3 Estimation des teneurs moyennes en mercure

Analyse du mercure

Avant 1989, le dosage du mercure dans les poissons a toujours été effectué sur un homogénat de filet entier de chaque poisson. Par la suite, il a été effectué sur un petit échantillon de chair, une fois démontré qu'il n'existait pas de différence significative entre les résultats obtenus par ces deux méthodes (Brouard et coll., 1990).

Les dosages de mercure dans la chair des poissons sont effectués par spectrophotométrie à absorption atomique à vapeur froide, selon les procédures d'Environnement Canada. Les dosages sont exprimés en milligrammes de mercure par kilogramme de chair (mg/kg, poids humide). Un contrôle rigoureux de qualité en six étapes est appliqué en continu pour garantir la validité des résultats. On utilise le même contrôle de qualité au sein du Réseau de suivi environnemental (RSE) du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002).

Teneur moyenne dans les poissons à une longueur standardisée

La méthode statistique pour traiter les données de mercure dans les poissons est décrite dans Tremblay et Doyon (1996) et Schetagne et coll. (2002). Elle repose sur la régression multiple avec variables indicatrices. Cette analyse permet de décrire la relation entre la longueur des poissons et leur teneur en mercure par une relation polynomiale (courbe). Elle permet aussi de calculer une teneur moyenne en mercure pour une longueur donnée (longueur standardisée, dans le cas présent) ainsi que l'intervalle de confiance (95 %) autour de cette moyenne.

M12.2 Prévision des impacts

Pour les pêcheurs sportifs ou de subsistance ainsi que pour les oiseaux et les mammifères de la zone d'étude, la principale source d'exposition au méthylmercure est la consommation de poissons. La prévision des impacts porte donc essentiellement sur les teneurs en mercure dans les poissons. Elle permet d'évaluer le risque additionnel pour la santé des consommateurs lié à la réalisation du complexe de la Romaine.

De plus, les poissons représentent le dernier maillon de la chaîne trophique en milieu aquatique, intégrateur de l'ensemble des niveaux intermédiaires. Comme les facteurs d'augmentation sont relativement constants d'un niveau trophique à l'autre, l'évaluation de l'évolution des teneurs en mercure chez les poissons fournit une excellente indication de ce qui survient aux autres niveaux. Pour la prévision de l'évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons, on a retenu les espèces les plus répandues dans la région et les plus consommées par les pêcheurs allochtones ou innus, soit le grand corégone, l'omble de fontaine, le meunier noir, le grand brochet, le touladi et la ouananiche.

M12.2.1 Caractéristiques des modèles HQEAU et HQHG

La très grande quantité de données produites par le suivi des teneurs en mercure dans les poissons et par les nombreuses études complémentaires réalisées au complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002) ont permis le développement graduel d'un modèle mathématique semi-mécanistique et semi-empirique de prévision des teneurs en mercure des poissons des réservoirs hydroélectriques, soit le modèle HQHG (Thérien, 2005 et 2006*c*). Ce modèle est plus complexe que le modèle utilisé jusqu'à maintenant, qui était basé sur un modèle de libération de phosphore (Schetagne et coll., 2002). Il fait appel aux principaux facteurs physiques et biologiques jouant un rôle dans les processus de production et de bioaccumulation du méthylmercure :

- les caractéristiques physiques (dont la température de l'eau) et les courbes de fluctuation du niveau d'eau des réservoirs ;
- la biomasse végétale (ou phytomasse) des principales composantes facilement décomposables des milieux forestiers ennoyés ;
- les taux de décomposition et de libération de méthylmercure de ces composantes obtenus par des expériences de laboratoire, sous différentes conditions de pH, de température et d'oxygène dissous ;
- les paramètres bioénergétiques des espèces de poissons considérées ;
- les taux de croissance et d'accumulation du méthylmercure des poissons ;
- le régime alimentaire et la teneur en mercure des principales proies des poissons.

Ce modèle utilise des sous-modèles mis au point pour des milieux naturels, soit le modèle bioénergétique de l'Université du Wisconsin (1997) et le modèle de bioaccumulation du mercure de Norstrom et coll. (1976) et Rodgers (1993, 1994 et 1996). Le modèle HQHG utilise la teneur en mercure estimée dans l'eau des réservoirs projetés, qui est dérivée du modèle HQEAU, mis au point à partir de la très grande quantité de données sur la qualité de l'eau provenant du RSE du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2005 ; Thérien, 2005 et 2006*c*). Le modèle HQHG demeure cependant semi-empirique, car on doit spécifier certains éléments qui ne sont pas modélisables, comme le comportement alimentaire des poissons après la mise en eau.

Le modèle HQHG est le meilleur modèle actuellement disponible pour prédire les teneurs en mercure dans les poissons de nouveaux réservoirs. Il a été développé à l'aide de la série de données la plus exhaustive et fiable existante, soit celle du suivi environnemental du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002). Les principaux objectifs de l'utilisation du modèle HQHG dans le contexte du projet du complexe de la Romaine sont les suivants :

- Déterminer si la création des quatre réservoirs projetés fera augmenter la teneur moyenne en mercure des poissons au point de devoir modifier les recommandations de consommation de poissons destinées aux pêcheurs sportifs et autochtones. Si oui, les teneurs en mercure des poissons feront l'objet d'un suivi régulier et les recommandations de consommation seront ajustées en fonction des données de suivi, de façon à s'assurer que les pêcheurs peuvent continuer à profiter des grandes qualités nutritives du poisson tout en évitant tout risque pour la santé lié au mercure.
- Obtenir l'ordre de grandeur des teneurs maximales qui seront atteintes durant l'exploitation des réservoirs projetés en vue de réaliser une analyse du risque additionnel pour la santé des consommateurs de poissons de la région causé par l'augmentation des teneurs en mercure, compte tenu de leur niveau d'exposition actuel et de leurs habitudes de consommation (voir la section M12.2.5).
- Vérifier si l'enlèvement des arbres et des arbustes avec brûlage des résidus peut réduire de manière sensible l'augmentation des teneurs en mercure des poissons prévue à la suite de la mise en eau (voir la section 24.4).

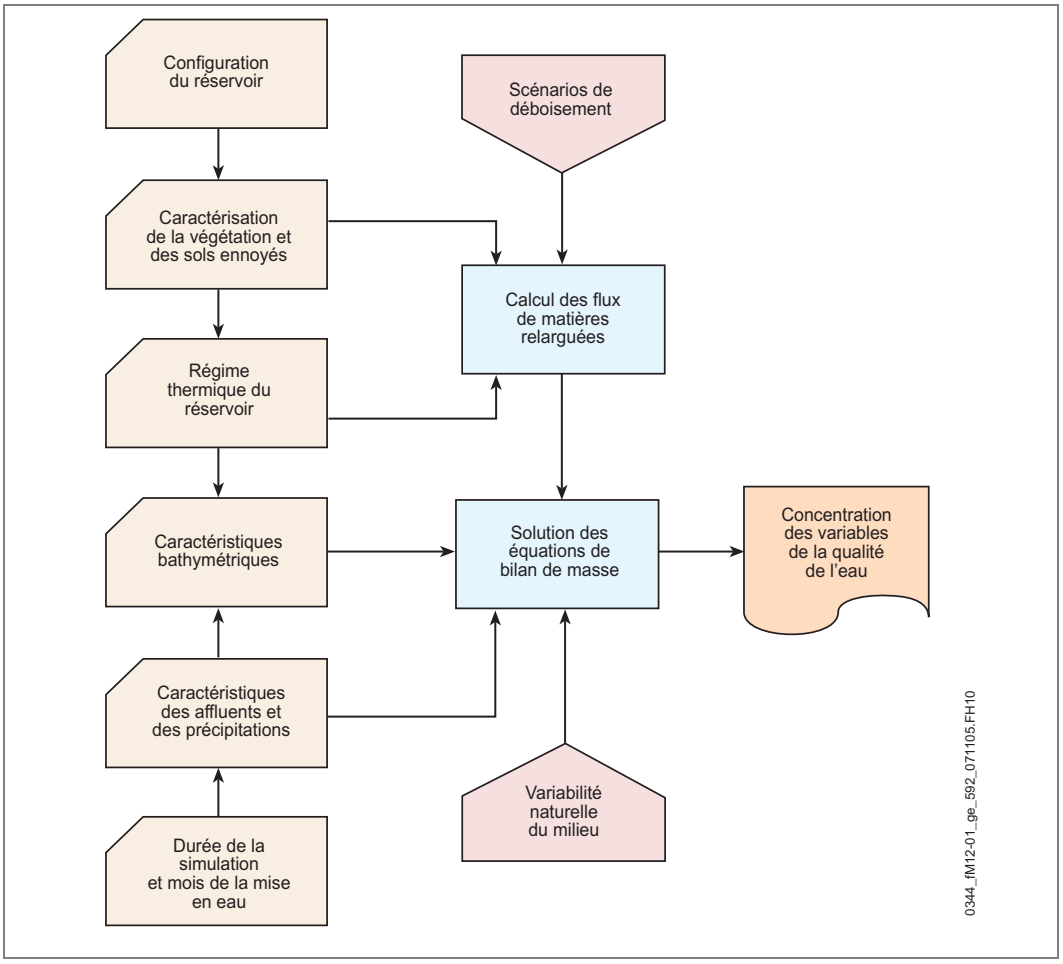
M12.2.1.1 Modèle HQEAU

La figure M12-1, tirée de Thérien (2005 et 2006*c*), présente les étapes de calcul du modèle HQEAU. Ce dernier permet de calculer l'évolution de la teneur en méthylmercure des eaux des nouveaux réservoirs, teneur qui sert d'intrant au modèle HQHG.

Configuration des réservoirs

Le modèle HQEAU permet la représentation des réservoirs en trois zones, chacune avec un volume d'eau distinct. Pour calculer la teneur en mercure moyenne des poissons, une seule zone est nécessaire, car les poissons peuvent circuler librement dans l'ensemble du réservoir, de sorte qu'après quelques années il y a généralement peu de différences dans les teneurs moyennes en mercure des poissons entre les différentes zones des réservoirs (Therrien et Schetagne, 2005). Aussi, pour le calcul de la teneur en mercure moyenne dans l'eau des réservoirs du complexe de la Romaine, on n'a considéré qu'une seule zone par réservoir. Cette zone se divise en deux couches d'eau verticales : la couche de surface, qui peut atteindre 10 m de profondeur, et une couche de fond, lorsque la colonne d'eau est supérieure à 10 m. Le logiciel détermine lui-même l'existence de ces couches au fur et à mesure de la montée des eaux, selon la courbe de remplissage fournie par Hydro-Québec Équipement. On a considéré un affluent (entrée des eaux) et un effluent (sortie des eaux) pour le réservoir de la Romaine 4, alors que pour chacun des trois autres réservoirs on a considéré deux affluents (l'un représentant les apports du bassin versant résiduel, l'autre correspondant aux apports du réservoir situé à l'amont) et un effluent.

Figure M12-1 : Grandes étapes algorithmiques du modèle HQEAU



Le logiciel découpe automatiquement les couches d'eau de surface et de fond en strates verticales de 1 m d'épaisseur afin de conserver un degré de précision satisfaisant dans les bilans de matières, telle la teneur en méthylmercure moyenne de l'eau. Les bilans de matières sont réalisés sur chacune des couches d'eau de surface et de fond en intégrant les flux de matières libérées dans chacune des strates (1 m) au cours de l'ennoiement de la végétation et des sols au fur et à mesure de l'élévation du niveau de l'eau.

Caractérisation de la végétation et des sols ennoyés

Ces données permettent de calculer les flux de matières organiques et inorganiques (tel le méthylmercure) libérées de la phytomasse et des sols ennoyés vers la colonne d'eau selon le régime thermique des réservoirs. Diverses options de données de base sont offertes à l'utilisateur du logiciel. Le tableau M12-1 montre les proportions des différents groupements végétaux qui ont été fournies pour les réservoirs de la Romaine.

Tableau M12-1 : Groupements végétaux ennoyés dans chacun des réservoirs de la Romaine

Groupement végétal	Proportion de la superficie totale ennoyée (%)			
	Réservoir de la Romaine 1	Réservoir de la Romaine 2	Réservoir de la Romaine 3	Réservoir de la Romaine 4
Peuplement résineux dense	3,2	46,9	44,2	25,3
Peuplement résineux ouvert	10,1	7,5	15,2	39,8
Peuplements mélangé et feuillu	52,1	25,3	7,6	4,2
Végétation en régénération	5,2	1,2	0,6	2,7
Végétation en voie de régénération	1,5	12,2	27,8	16,3
Aulnaie	15,9	5,3	3,9	8,2
Espace dénudé humide	12,0	1,6	0,7	3,5
Total	100	100	100	100

Végétation et sols

C'est à cette étape que le modèle associe à chaque groupement végétal la densité de la phytomasse (en kilogrammes par hectare) des composantes labiles de la végétation pour les strates arborescente, arbustive et couvre-sol. Les données de densité de phytomasse en fonction des groupements végétaux qui sont incorporées au modèle proviennent des inventaires réalisés entre 47° (région du Haut-Saint-Maurice) et 54° de latitude nord (région de la Grande rivière de la Baleine) (Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants, 1992 et 1993). Les composantes labiles considérées pour les strates arborescente et arbustive sont les feuilles caduques et les aiguilles de conifères. Pour la strate couvre-sol, ce sont les lichens, les mousses hypnacées et les plantes herbacées. À partir de sa base de données, le logiciel associe également à chaque groupement végétal la fraction de la superficie des sols ennoyés qui est occupée par chacune des composantes suivantes : humus de lichens, humus de mousses hypnacées et sphaigne.

Régime thermique des réservoirs

Le logiciel HQEAU intègre aussi l'évolution mensuelle de la température de l'eau dans chacune des zones et couches des réservoirs. Cette température est utilisée pour calculer les taux moyens de libération du méthylmercure de la végétation et des sols ennoyés ainsi que les autres variables de la qualité de l'eau.

Caractéristiques bathymétriques

À l'aide des courbes de remplissage de chacun des réservoirs provenant d'Hydro-Québec Équipement, on a fourni au logiciel le volume d'eau emmagasinée ainsi que la superficie terrestre ennoyée pour chaque zone en fonction du niveau de

chaque réservoir. Dans le cas des réservoirs du projet de la Romaine, on n'a pas retenu les volumes ni les superficies des lacs ennoyés en raison de leurs proportions négligeables par rapport à chacun des réservoirs.

Caractéristiques des affluents et des précipitations

Le débit mensuel et les concentrations mensuelles des principales variables de la qualité de l'eau de chacun des affluents de chaque réservoir ont été fournis comme intrants au logiciel selon un profil annuel répété pour les 30 années simulées à partir de la mise en eau. Ces données proviennent des relevés de la qualité de l'eau décrits à la section 21.1.

Les précipitations associées aux variables de la qualité de l'eau sensibles aux ions H^+, soit le NH_4, le SO_4 et le NO_X, sont tirées d'une base de données du ministère de l'Environnement du Québec (Direction des réseaux atmosphériques) incorporée au logiciel. En indiquant la latitude et la longitude des nouveaux plans d'eau, le logiciel utilise les données de la station météorologique la plus proche.

Scénarios de simulation

Le logiciel permet d'effectuer des simulations pour quantifier l'effet d'une intervention sur le terrain (de type déforestation) qui serait effectuée avant la mise en eau et qui aurait pour but d'atténuer le relargage de méthylmercure de la végétation. Pour les réservoirs du complexe de la Romaine, on a simulé les deux scénarios d'intervention suivants :

- le scénario prévu, comprenant le déboisement sélectif de 68 % de la superficie forestière du réservoir de la Romaine 1, 60 % de celle du réservoir de la Romaine 2, 55 % de celle du réservoir de la Romaine 3 et 18 % de celle du réservoir de la Romaine 4, avec le brûlage des résidus de coupe uniquement au réservoir de la Romaine 1 ; c'est à partir de ce scénario qu'ont été évalués les impacts du projet ;
- un second scénario, représentant le déboisement des strates arbustives et arborescentes de la superficie forestière totale des quatre réservoirs, avec brûlage des résidus de coupe ; les résultats de ce second scénario sont discutés à la section 24.4, qui traite de mesures d'atténuation potentielles en période de construction.

Variabilité naturelle du milieu

Le logiciel permet d'effectuer une série de simulations en faisant varier de +20 % ou de -20 % le débit des affluents, la température de l'eau, les variables de la qualité de l'eau des affluents ainsi que la densité de la phytomasse ennoyée. Pour le présent projet, ce sont les valeurs moyennes de ces variables qui ont été utilisées.

Calcul des flux moyens de matières libérés de la végétation et des sols

Ces flux sont calculés à partir des données fournies pour la densité des composantes labiles de la végétation ennoyée, les types de sols ennoyés, la température de l'eau ainsi que la superficie terrestre ennoyée pour un niveau d'eau donné. Les calculs sont effectués en fonction des taux de libération moyens incorporés au logiciel. Ces taux ont été déterminés lors d'expériences extensives en laboratoire avec des échantillons de végétation et de sols ennoyés provenant du territoire du complexe La Grande, sous diverses conditions de température, de pH et d'oxygène dissous de l'eau (Morrison et Thérien, 1991, 1996 ; Thérien et Morrison, 1995).

Solution des équations de bilan de matières

Un bilan de matières est effectué pour chacune des variables de la qualité de l'eau pour les couches de surface et de fond de la colonne d'eau. Ce bilan de matières intègre les flux de matières de la végétation et des sols ennoyés de chacune des strates (1 m d'épaisseur) contenues dans les couches d'eau de surface et de fond selon le niveau de chaque réservoir. Ces bilans sont représentés par des équations différentielles qui prennent en compte les apports des affluents, des flux de relargage, des précipitations ainsi que des échanges entre la couche d'eau de surface et l'atmosphère (dans le cas des composantes gazeuses). L'ensemble des équations sont résolues par la méthode de Dorf (1967), une méthode numérique produisant une solution quasi analytique, ce qui assure une plus grande précision et une plus grande stabilité des calculs. La base temporelle (pas d'intégration) est de 1 mois. Le résultat est l'évolution temporelle des variables de la qualité de l'eau dans les couches d'eau de surface et de fond de chaque réservoir.

Variables de la qualité de l'eau

Le modèle permet le calcul de plusieurs variables de la qualité de l'eau. Dans le contexte de la prévision des teneurs moyennes en mercure dans la chair des poissons, c'est uniquement la concentration moyenne résultante du méthylmercure dans l'eau qui est utilisée par le logiciel HQHG.

M12.2.1.2 Modèle HQHG

Les principales étapes de calcul du modèle HQHG sont présentées à la figure M12-2, tirée de Thérien (2005 et 2006*c*).

Masse corporelle moyenne des poissons du nouveau plan d'eau

Les masses corporelles moyennes des cohortes de poissons du nouveau plan d'eau sont calculées à partir des masses corporelles moyennes des cohortes de poissons du réservoir de référence (Opinaca) et des réservoirs témoins (Robert-Bourassa et Caniapiscau) ainsi que des nombres de degrés-jours de ces réservoirs et de celui du nouveau plan d'eau. Une cohorte de poissons regroupe tous les poissons nés une même année, à partir de l'année de la mise en eau jusqu'à 20 ans après celle-ci. Les espèces de poissons pour lesquelles les teneurs moyennes en mercure ont été calculées pour les réservoirs de la Romaine sont le grand corégone, le meunier rouge et le grand brochet. Aux longueurs standardisées, les teneurs calculées pour le grand corégone sont valables pour les ombles de fontaine, celles du meunier rouge le sont pour le meunier noir (voir section M12.2.2.2) et celles du grand brochet valent pour le touladi, selon les relevés extensifs effectués au complexe La Grande **(**Schetagne et coll., 2002).

Les masses corporelles moyennes des poissons du nouveau plan d'eau sont calculées par interpolation linéaire des masses corporelles moyennes de deux réservoirs, soit le réservoir de référence et l'un des réservoirs témoins ou encore les deux réservoirs témoins, dont les nombres de degrés-jours encadrent le nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau. Quand le nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau est dans la plage des degrés-jours couverte par les réservoirs précédents, les masses corporelles moyennes des poissons du nouveau plan d'eau sont considérées comme égales aux valeurs du réservoir témoin ou de référence dont le nombre de degrés-jours est le plus proche de celui du nouveau plan d'eau. Dans le cas des réservoirs de la Romaine, dont le nombre de degrés-jours est supérieur à celui du réservoir Opinaca, ce sont les masses corporelles moyennes du réservoir Opinaca qui sont utilisées.

Pour chacune des espèces de poissons considérées, le résultat de ces calculs est la génération d'un vecteur de la masse corporelle moyenne des poissons en fonction de leur âge (de 1 à 20 ans) pour chacune des cohortes de poissons du nouveau plan d'eau.

Taux d'alimentation moyen des poissons du nouveau plan d'eau

On utilise le modèle bioénergétique (Hewett et Johnson, 1992 ; University of Wisconsin, 1997) pour calculer les taux d'alimentation mensuels des poissons du nouveau plan d'eau en fonction de leur âge pour les différentes cohortes de poissons dont les masses corporelles moyennes ont été déterminées à l'étape précédente. Les paramètres bioénergétiques du grand brochet étant disponibles (Hewett et Johnson, 1992 ; University of Wisconsin, 1997), on les a utilisés. En revanche, comme on ne disposait pas de ceux du grand corégone ni du meunier rouge, on s'est servi pour ces deux espèces des paramètres bioénergétiques d'une autre espèce de corégone (corégone blanc)

Figure M12-2 : Grandes étapes algorithmiques du modèle HQHG

Les taux d'alimentation moyens des poissons sont déterminés à l'aide du profil annuel de la température moyenne mensuelle de l'eau du nouveau plan d'eau, qui est calculé par le logiciel à partir du nombre de degrés-jours fourni pour le nouveau plan d'eau.

Les vecteurs des masses corporelles moyennes des poissons du nouveau plan d'eau ainsi que des taux d'alimentation moyens associés sont utilisés à une étape ultérieure, avec le modèle de bioaccumulation du mercure, pour calculer la teneur moyenne en mercure dans les poissons en fonction de leur âge.

On notera également à la figure M12-2 que c'est le calcul des taux d'alimentation moyens des poissons du réservoir Opinaca qui est choisi comme cadre de référence pour la calibration du modèle de bioaccumulation du mercure.

Calibration du modèle de bioaccumulation du mercure

La formulation générale considérée pour la bioaccumulation du mercure dans un poisson exprime l'accumulation différentielle de la quantité de mercure dans un poisson comme étant simplement un bilan entre le taux d'apport de mercure au poisson et le taux d'élimination du mercure par le poisson (Norstrom, 1976 ; Rodgers, 1993, 1994 et 1996).

$$\frac{d(Accumulation)}{dt} = Taux\ d'apport - Taux\ d'élimination$$

Équation M12-1

L'accumulation du mercure dans le poisson est exprimée par la charge corporelle en mercure, soit le produit de la masse corporelle moyenne du poisson par sa teneur moyenne en mercure. L'apport en mercure provient essentiellement par la voie alimentaire (Hall et coll., 1997), alors que l'élimination du mercure se fait par l'urine et les fèces. La forme générale du modèle de bioaccumulation du mercure (Rodgers, 1993, 1994 et 1996) retenue pour un calcul sur une base mensuelle est la suivante (Thérien, 2004*a* et 2004*b*) :

$$\frac{d(M \cdot Hg)}{dt} = C1 \cdot Hg_{DIÈTE} \cdot T_{ALIM} - 0{,}875^{(Teau-10)/10} \cdot M^{-0.58} \cdot (M \cdot Hg)$$

Équation M12-2

Ce modèle permet de calculer la charge corporelle moyenne en mercure $(M \cdot Hg)$ du poisson en fonction de son âge lorsque les éléments suivants sont connus :

- la masse corporelle moyenne des poissons (M) en fonction de leur âge ;
- le taux d'alimentation moyen (T_{ALIM}) des poissons en fonction de leur âge ;
- la concentration moyenne de mercure de l'alimentation en fonction de l'âge des poissons ;

- la teneur moyenne en mercure (*Hg*) au temps initial (âge = 1 an) ;
- la température de l'eau en fonction du temps.

Puisque la masse corporelle moyenne (*M*) des poissons est connue, la teneur moyenne en mercure des poissons (*Hg*) pour les âges supérieurs à 1 an peut donc être calculée à partir des résultats obtenus pour la charge en mercure moyenne ($M \cdot H_g$) de 1 an jusqu'à l'âge maximal considéré pour une cohorte de poissons. Dans la version courante du logiciel, l'âge maximal est fixé à 20 ans.

Ce calcul peut être effectué pour chaque cohorte de poissons d'un nouveau plan d'eau. Pour ce faire, il faut connaître la valeur du paramètre *C1*. La valeur de *C1* est obtenue par intégration à rebours du modèle pour calculer la valeur numérique du produit ($C1 \cdot Hg_{DIETE}$) qu'il faut en fonction de l'âge du poisson pour que les calculs du modèle correspondent exactement aux données provenant du réservoir de référence Opinaca (voir la figure M12-2). En effet, pour ce réservoir, la masse corporelle moyenne, le taux d'alimentation moyen, la teneur moyenne en mercure par cohorte de poissons ainsi que la température de l'eau sont connus pour chacune des cohortes de poissons à partir des données disponibles.

Le résultat obtenu n'est pas la valeur du paramètre C1 mais plutôt la valeur du produit $C1 \cdot Hg_{DIÈTE}^{Opinaca}$, qu'on désigne par $HgDiète*$ à la figure M12-2 :

$$HgDiète* = C1 \cdot Hg_{DIÈTE}^{Opinaca}$$

Équation M12-3

Le modèle de bioaccumulation du mercure ainsi calibré peut donc être utilisé pour le calcul de la teneur moyenne en mercure dans les poissons d'un nouveau plan d'eau. On peut exprimer le résultat précédent à l'aide du modèle HQHG sous la forme équivalente suivante :

Équation M12-4

$$\frac{d(M \cdot Hg)}{dt} = \left[C1 \cdot Hg_{DIÈTE}^{Opinaca} \right] \cdot \left[\frac{Hg_{DiETE}^{Nouveau\ plan\ d'eau}}{Hg_{DIÈTE}^{Opinaca}} \right] \cdot T_{ALIM} - Pertes(M, Hg, T)$$

(équation A)

ou en renvoyant directement à HgDiète* :

$$\frac{d(M \cdot Hg)}{dt} = HgDiète* \cdot Rapport \cdot T_{ALIM} - Pertes(M, Hg, T)$$

(équation B)

C'est sous cette forme que sera utilisé le modèle de bioaccumulation du mercure dans les étapes suivantes de calcul. Il nécessite les résultats du calcul effectué avec le réservoir de référence Opinaca ainsi que la valeur du rapport défini par :

$$Rapport = \left[\frac{Hg_{DIÈTE}^{Nouveau\ plan\ d'eau}}{Hg_{DIÈTE}^{Opinaca}} \right]$$

Équation M12-5

Concentration moyenne de mercure de l'alimentation des poissons non piscivores

Le détail des grandes étapes de ce calcul est illustré à la figure M12-2. Les calculs sont basés sur la relation suivante dans le cas d'un nouveau plan d'eau :

$$\begin{aligned} Hg_{Diète,\ non\ piscivore} &= F_{Plancton} \cdot C_{MeHg-Zooplancton} \\ &+ F_{Insectes} \cdot C_{MeHg-Insectes} \\ &+ F_{Benthos} \cdot C_{MeHg-Benthos} \end{aligned}$$

Équation M12-6

où :

$Hg_{Diète,\ non\ piscivores}$ est la concentration moyenne de méthylmercure de l'alimentation des poissons non piscivores.

$C_{MeHg-Zooplancton}$ est la teneur moyenne en méthylmercure du zooplancton.

$C_{MeHg-Insectes}$ est la teneur moyenne en méthylmercure des insectes.

$C_{MeHg-Benthos}$ est la teneur moyenne en méthylmercure du benthos.

$F_{Zooplancton}$ est la fraction massique du zooplancton dans l'alimentation.

$F_{Insectes}$ est la fraction massique des insectes dans l'alimentation.

$F_{Benthos}$ est la fraction massique du benthos dans l'alimentation.

Composantes de l'alimentation des poissons non piscivores

Le logiciel offre plusieurs options pour fournir l'information sur la composition du régime alimentaire des poissons non piscivores du nouveau plan d'eau. Pour les réservoirs de la Romaine, la composition par défaut a été utilisée (voir le tableau M12-2). Elle correspond à un régime alimentaire des poissons représentatif de celui qui a été observé dans les réservoirs du complexe La Grande et résulte d'une pondération des fractions rapportées pour les trois réservoirs suivants : le réservoir de référence Opinaca et les réservoirs témoins Robert-Bourassa et Caniapiscau. La composition par défaut a été retenue parce qu'elle provient de la meilleure série de données disponible.

Tableau M12-2 : Composition moyenne de l'alimentation des poissons non piscivores considérée par défaut

Espèce	Taille (mm)	Groupe alimentaire		
		Zooplancton (%)	Insectes (%)	Benthos (%)
Grand corégone	< 250	50	20	30
	250-450	35	20	45
	> 450	20	20	60
Meunier rouge	< 250	35	5	60
	250-450	30	5	65
	> 450	20	5	75
Meunier noir	< 250	35	5	60
	250-450	30	5	65
	> 450	20	5	75

Concentration moyenne de mercure des composantes de l'alimentation des poissons non piscivores

La relation retenue pour le calcul de la concentration moyenne de mercure dans les diverses composantes de l'alimentation des poissons non piscivores a la forme suivante :

$$C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Zooplancton} = C^{Base}_{MeHg-Zooplancton} \cdot \left[\frac{C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Eau}}{C^{Base}_{MeHg-Eau}} \right]$$

Équation M12-7

$$C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Insectes} = C^{Base}_{MeHg-Insectes} \cdot \left[\frac{C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Eau}}{C^{Base}_{MeHg-Eau}} \right]$$

Équation M12-8

$$C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Benthos} = C^{Base}_{MeHg-Benthos} \cdot \left[\frac{C^{Après\ mise\ en\ eau}_{MeHg-Eau}}{C^{Base}_{MeHg-Eau}} \right]$$

Équation M12-9

Cette relation est basée sur les similarités observées entre l'évolution de la concentration moyenne de mercure observée dans le zooplancton et les insectes, et celle de la concentration moyenne de mercure de l'eau à la suite de la mise en eau de réservoirs au complexe La Grande (Tremblay, 1999). En examinant l'ensemble des données disponibles dans Tremblay (1999), Doyon et coll. (1996) et Montgomery (2000), les concentrations moyennes de méthylmercure fournies au tableau M12-3 ont été choisies comme base de calcul pour chacun des groupes alimentaires. Elles correspondent à une concentration moyenne de méthylmercure de base dans l'eau de $2{,}4 \times 10^{-8}$ mg/l.

Tableau M12-3 : Correspondance entre la teneur moyenne en méthylmercure de l'alimentation des poissons non piscivores et celle de l'eau en milieu naturel non perturbé

Groupe alimentaire	Teneur moyenne en méthylmercure de l'eau (mg MeHg/l)	Teneur moyenne en méthylmercure du groupe alimentaire (ng MeHg/g anhydre)
	$C^{Base}_{MeHg-Eau}$	$C^{Base}_{MeHg-groupe\ alimentaire}$
Zooplancton	$2{,}4 \times 10^{-8}$	21,4
Insectes	$2{,}4 \times 10^{-8}$	18,5
Benthos	$2{,}4 \times 10^{-8}$	90,9

On calcule le rapport de la concentration moyenne de mercure des régimes respectifs des poissons non piscivores du réservoir de référence et du nouveau plan d'eau en utilisant non pas la moyenne annuelle des concentrations moyennes de mercure dans l'eau, mais plutôt l'intégrale de ces valeurs dans le calcul de la concentration moyenne de mercure des divers groupes alimentaires :

$$C(t)^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{MeHg-Groupe\ i} = C^{Base}_{MeHg-Groupe\ i} \cdot \left[\frac{\int_0^t C(t)^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{MeHg-Eau} \cdot dt}{\int_0^t C^{Base}_{MeHg-Eau} \cdot dt} \right]$$

Équation M12-10

Ainsi, le rapport de la concentration moyenne de mercure des régimes respectifs des poissons non piscivores du réservoir de référence et du nouveau plan d'eau devient :

$$RAPPORT(t) = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} \left[F^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{Groupe\ i} \cdot C(t)^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{MeHg-Groupe\ i} \right]}{\sum_{i=1}^{i=3} \left[F^{Réservoir\ de\ référence}_{Groupe\ i} \cdot C(t)^{Réservoir\ de\ référence}_{MeHg-Groupe\ i} \right]}$$

Équation M12-11

$$RAPPORT(t) = \frac{\left(\int_0^t C(t)^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{MeHg-Eau} \cdot dt \right) \cdot \sum_{i=1}^{i=3} \left[F^{Nouveau\ plan\ d'eau}_{groupe\ i} \cdot C^{Base}_{MeHg-Groupe\ i} \right]}{\left(\int_0^t C(t)^{Réservoir\ de\ référence}_{MeHg-Eau} \cdot dt \right) \cdot \sum_{i=1}^{i=3} \left[F^{Réservoir\ de\ référence}_{groupe\ i} \cdot C^{Base}_{MeHg-Groupe\ i} \right]}$$

12

Lorsque les fractions alimentaires des poissons non piscivores du nouveau plan d'eau sont les mêmes que celles du réservoir de référence, comme il a été supposé pour les réservoirs de la Romaine, le rapport devient :

$$RAPPORT(t) = \frac{\int_0^t C(t)_{MeHg-Eau}^{Nouveau\ plan\ d'eau} \cdot dt}{\int_0^t C(t)_{MeHg-Eau}^{Réservoir\ de\ référence} \cdot dt} = \int_0^t \left(\frac{C(t)_{MeHg-Eau}^{Nouveau\ plan\ d'eau}}{C(t)_{MeHg-Eau}^{Réservoir\ de\ référence}} \right) \cdot dt$$

M12-13

$$RAPPORT(t) = \int_0^t \left(\frac{C(t)_{MeHg-Eau}^{Nouveau\ plan\ d'eau}}{C(t)_{MeHg-Eau}^{Réservoir\ de\ référence}} \right) \cdot dt$$

Équation M12-14

Concentration moyenne de mercure de l'alimentation des poissons piscivores

La figure M12-2 détaille les grandes étapes de ces calculs. Ces derniers font appel à l'information disponible sur la composition du régime alimentaire des poissons piscivores pour les composantes de l'alimentation que sont les poissons non piscivores, les poissons piscivores (comportement de superprédateur) et les insectes. Pour les poissons piscivores, la formule considérée est la suivante :

$$\begin{aligned} Hg_{Diète,\ piscivores} = {} & F_{Non\ piscivores} \cdot C_{MeHg-Non\ piscivores} \\ & + F_{Piscivores} \cdot C_{MeHg-Piscivores} \\ & + F_{Insectes} \cdot C_{MeHg-Insectes} \end{aligned}$$

Équation M12-15

où :

$Hg_{Diète,\ piscivores}$ est la concentration moyenne de méthylmercure de l'alimentation des poissons piscivores.

$C_{MeHg-Non\ piscivores}$ est la teneur moyenne en méthylmercure des poissons-proies non piscivores.

$C_{MeHg-Insectes}$ est la teneur moyenne en méthylmercure des insectes.

$C_{MeHg-Piscivores}$ est, dans le cas de superprédation, la teneur moyenne en méthylmercure des poissons-proies piscivores.

$F_{Non\ piscivores}$ est la fraction massique des poissons non piscivores dans l'alimentation.

$F_{Piscivores}$ est la fraction massique des poissons piscivores dans l'alimentation.

$F_{Insectes}$ est la fraction massique des insectes dans l'alimentation.

Groupes alimentaires du régime des poissons piscivores

Les groupes alimentaires des poissons prédateurs piscivores, comme le grand brochet, sont les poissons non piscivores et les poissons piscivores, mais également les insectes, qui peuvent constituer une fraction non négligeable du régime alimentaire (Doyon et coll., 1996 ; Doyon et Tremblay, 1997). Ici encore, pour le projet du complexe de la Romaine, on a utilisé la composition du régime alimentaire par défaut, car elle provient de la meilleure série de données disponible (voir le tableau M12-4.

Tableau M12-4 : Composition moyenne de l'alimentation des poissons piscivores considérée par défaut

Espèce	Taille (mm)	Groupe alimentaire		
		Poissons non piscivores (%)	Poissons piscivores (%)	Insectes (%)
Grand brochet	< 400	95	0	5
	400-750	75	20	5
	> 750	50	40	10

Concentration moyenne de mercure des groupes alimentaires du régime des poissons piscivores

La teneur moyenne en mercure des poissons-proies des poissons piscivores dépend de l'espèce de poisson-proie, de sa longueur, de son âge ainsi que de l'âge du réservoir (cohorte). Toutefois, l'analyse des données présentées par Doyon et coll. (1996) et Doyon et Tremblay (1997) révèle qu'il est possible de représenter les poissons-proies non piscivores autres que le grand corégone par des grands corégones d'une longueur permettant une équivalence sur le plan de la teneur en mercure avec les poissons-proies non piscivores des autres espèces. On utilise à cette fin, dans le logiciel HQHG, l'évolution de la teneur moyenne en mercure des grands corégones de 1 à 5 ans.

L'analyse des mêmes données indique également qu'il est possible de représenter les poissons-proies piscivores des autres espèces que le grand brochet par des grands brochets d'une longueur assurant une équivalence sur le plan de la teneur en mercure avec les poissons-proies piscivores des autres espèces. On utilise donc dans le logiciel HQHG l'évolution de la teneur moyenne en mercure des grands brochets de 1 à 3 ans.

Pour chaque classe de tailles des poissons prédateurs piscivores, on a déterminé l'âge moyen des poissons-proies (grand corégone pour les non-piscivores et grand brochet pour les piscivores) afin de calculer leurs teneurs moyennes en mercure dans chacune des cohortes de poissons-proies et de poissons prédateurs selon l'âge du nouveau plan d'eau.

Teneur moyenne en mercure des poissons en fonction de leur âge

Poissons non piscivores

On peut calculer le rapport entre la concentration moyenne de méthylmercure de l'alimentation des poissons non piscivores du réservoir Opinaca et celle de l'alimentation des poissons non piscivores du nouveau plan d'eau. Ce rapport permet de déterminer la teneur moyenne en mercure des poissons non piscivores selon les dérivations du modèle de bioaccumulation du mercure présentées plus haut aux équations A et B. Ce calcul passe tout d'abord par le calcul de la charge corporelle moyenne en mercure ($M \cdot H_g$), qui fait appel au *HgDiète**, à la masse corporelle moyenne des poissons de 1 à 20 ans du nouveau plan d'eau ainsi qu'au taux d'alimentation moyen des poissons, tous déjà calculés aux étapes antérieures.

Toutefois, le calcul de la charge corporelle moyenne en mercure nécessite également la connaissance de la teneur moyenne en mercure des poissons âgés de 1 an du nouveau plan d'eau, une variable *a priori* inconnue pour le nouveau plan d'eau. Dans la version du logiciel HQHG qui est utilisée pour le complexe de la Romaine, la teneur moyenne en mercure des poissons de 1 an du nouveau plan d'eau est considérée comme égale aux teneurs moyennes des poissons âgés de 1 an du réservoir de référence Opinaca et des réservoirs témoins Robert-Bourassa et Caniapiscau (dont les nombres de degrés-jours encadrent celui du nouveau plan d'eau), pondérées par le nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau. En effet, la teneur moyenne en mercure des poissons de 1 an dépend fortement de leur taux alimentaire moyen ainsi que du flux de mercure moyen dans le plan d'eau qui agit sur la concentration moyenne de mercure de l'alimentation de ces poissons. Or, ces variables sont fortement dépendantes du profil temporel de la température de l'eau du nouveau plan d'eau, une variable liée au nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau. Pour les réservoirs de la Romaine, on a utilisé les teneurs moyennes en mercure des poissons âgés de 1 an du réservoir de référence Opinaca.

L'intégration numérique du modèle de bioaccumulation du mercure permet de calculer la charge corporelle moyenne en mercure ($M \cdot H_g$) des poissons de 1 à 20 ans. On peut donc finalement calculer la teneur moyenne en mercure des poissons, car la masse corporelle moyenne des poissons est connue et :

$$Hg_{Poisson} = \left[\frac{(M_{Poisson} \cdot Hg_{Poisson})}{M_{Poisson}} \right]$$

Équation M12-16

Le résultat de cette étape des calculs est la génération d'un vecteur de la teneur moyenne en mercure des poissons non piscivores âgés de 1 à 20 ans pour chacune des cohortes de poissons d'une espèce donnée.

Poissons piscivores

L'approche suivie pour les poissons piscivores est semblable à celle des poissons non piscivores, à une différence près. Le calcul de la teneur moyenne en mercure des poissons piscivores nécessite que les concentrations moyennes de mercure de l'alimentation des poissons non piscivores et des poissons piscivores soient déjà connues. Le calcul de la concentration moyenne de mercure de la composante de l'alimentation des poissons piscivores prédateurs que sont les poissons-proies non piscivores a été déjà fait (étape précédente). Cependant, le calcul de la concentration moyenne de mercure de la composante de l'alimentation des poissons piscivores prédateurs que sont les poissons-proies piscivores pose une difficulté, car la teneur moyenne en mercure des poissons piscivores pour le nouveau plan d'eau n'est pas encore connue ou calculée.

La solution de ce problème passe par une étape itérative de calcul par laquelle une valeur est tout d'abord supposée pour la teneur moyenne en mercure des poissons-proies piscivores. Cela permet le calcul de la concentration moyenne de mercure de l'alimentation des poissons prédateurs piscivores, puis le calcul d'une nouvelle valeur de la teneur moyenne en mercure des poissons prédateurs piscivores à l'aide de la solution du modèle de bioaccumulation du mercure. Cette nouvelle valeur est alors utilisée pour un nouveau calcul de la concentration moyenne de mercure de l'alimentation des poissons prédateurs piscivores. Le processus est répété jusqu'à ce que la différence entre deux valeurs successives de la teneur moyenne en mercure des poissons piscivores soit aussi petite que désiré. C'est la procédure utilisée par le logiciel HQHG, avec un nombre fixe d'itérations assurant cette condition. Le résultat obtenu à cette étape des calculs est la génération d'un vecteur de la teneur moyenne en mercure des poissons piscivores âgés de 1 à 20 ans pour chacune des cohortes de poissons d'une espèce donnée.

Teneur moyenne en mercure des poissons pour des classes de longueurs

L'évaluation des répercussions de l'augmentation des teneurs moyennes en mercure des poissons sur les recommandations de consommation pour les pêcheurs sportifs et de subsistance ainsi que sur l'analyse du risque additionnel pour la santé nécessite le calcul des teneurs moyennes en mercure des poissons de longueurs nominales. Ces longueurs peuvent être les longueurs standardisées ou les longueurs de consommation. Les longueurs standardisées correspondent habituellement aux longueurs moyennes capturées par les filets de pêche utilisés dans le cadre des suivis environnementaux. Elles sont représentatives des longueurs moyennes des poissons susceptibles d'être consommés par les pêcheurs. Les longueurs de consommation sont utilisées lorsque des données fiables de captures des pêcheurs (pêche sportive ou de subsistance) indiquent des longueurs différentes des longueurs standardisées (comme c'est le cas des Cris de la Baie-James, qui pêchent avec des filets à grandes mailles). Dans le cas des réservoirs de la Romaine, on a utilisé les longueurs standardisées.

L'âge moyen des poissons de longueurs nominales dans un nouveau plan d'eau dépend de l'espèce de poisson et des conditions transitoires (d'une cohorte à une autre) qui influent sur la croissance de ces poissons dans ce nouveau plan d'eau. Cet âge moyen est inconnu *a priori*. Le logiciel HQHG utilise les âges moyens des poissons du réservoir de référence Opinaca et des réservoirs témoins Robert-Bourassa et Caniapiscau, qui sont connus par cohorte. L'âge moyen des poissons de longueur nominale d'une cohorte donnée dans le nouveau plan d'eau est considéré comme égal aux âges moyens des poissons des réservoirs dont les nombres de degrés-jours encadrent celui du nouveau plan d'eau, pondérés par le nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau. En effet, la croissance des poissons – donc la longueur moyenne qu'ils auront à un âge donné – dépend fortement de leur taux alimentaire moyen et des conditions existantes dans les réservoirs. Or, ce taux dépend du profil temporel de la température de l'eau du nouveau plan d'eau, une variable liée au nombre de degrés-jours du nouveau plan d'eau.

Ainsi, à partir des vecteurs de teneur moyenne en mercure en fonction de l'âge des poissons déjà calculés aux étapes précédentes pour chacune des cohortes de poissons piscivores et non piscivores, on effectue un calcul d'interpolation pour obtenir, aux âges moyens déterminés ci-dessus, la teneur moyenne en mercure des poissons de longueurs nominales pour chacune des cohortes composites (CC) de poissons. Une cohorte composite regroupe les poissons nés durant trois années successives. Par exemple, la cohorte composite de 1982 regroupe les poissons nés en 1981, 1982 et 1983. Ce regroupement a pour but d'augmenter le nombre de données et de permettre un calcul plus précis.

Enfin, la teneur moyenne en mercure des poissons d'une longueur nominale du nouveau plan d'eau pour chacune des CC de poissons auxquelles correspond un âge moyen est exprimée en âge du réservoir par l'expression suivante :

$$\hat{A}ge_{Réservoir}\left(CC\right) = \hat{A}ge_{moyen-Longueur\ nominale}\left(CC\right) + 2\cdot\left(CC-1\right) \qquad \text{Équation M12-17}$$

De façon générale, le logiciel HQHG calcule ainsi la teneur moyenne des poissons de longueur standardisée pour seize années (huit cohortes espacées de deux ans) commençant à l'âge moyen de la première cohorte née après la mise en eau qui atteint la longueur standardisée. Pour les réservoirs de la Romaine, la longueur standardisée est atteinte cinq ans après la mise en eau chez le grand corégone, six ans après la mise en eau chez le grand brochet et neuf ans après la mise en eau chez le meunier rouge. Selon les espèces, le logiciel calcule des teneurs moyennes selon la procédure décrite plus haut pour les périodes s'échelonnant de 5 à 22 ans après la mise en eau pour le grand corégone, de 6 à 23 ans pour le grand brochet et de 9 à 20 ans pour le meunier rouge. Le nombre de données disponibles dans les réservoirs de référence (Opinaca) et témoins (Robert-Bourassa et Caniapiscau) est insuffisant pour permettre un résultat fiable selon cette procédure pour les poissons d'âge plus élevé.

Cette période est suffisante pour couvrir, pour chacune des espèces, la période des teneurs maximales atteintes ainsi que l'amorce du retour vers les teneurs initiales. Pour les années précédant l'atteinte de la longueur standardisée, le logiciel procède par interpolation entre la teneur initiale et la première teneur calculée par cohorte, selon les taux d'augmentation observés au réservoir de référence et aux réservoirs témoins. Pour les années supérieures à 20 ou 23 ans selon les espèces, le logiciel procède par extrapolation selon les taux de diminution des teneurs calculés depuis la teneur maximale atteinte et la dernière valeur calculée par cohorte.

M12.2.2 Calibration et validation du modèle

M12.2.2.1 Calibration du modèle HQHG

Le logiciel HQHG permet le calcul d'un estimé de la teneur moyenne en mercure des poissons de longueurs standardisées en fonction de l'âge de nouveaux réservoirs pour diverses espèces de poissons. Il utilise comme intrant les diverses caractéristiques du nouveau plan d'eau, y compris le nombre de degrés-jours de l'eau. Le logiciel HQHG a recours à un modèle bioénergétique (Hewett et Johnson, 1992 ; University of Wisconsin, 1997) ainsi qu'à un modèle de bioaccumulation du mercure dans les poissons (Rodgers, 1993, 1994 et 1996).

La structure de l'un ou l'autre de ces deux modèles n'est pas une représentation exacte des phénomènes bioénergétiques ou des processus de bioaccumulation du mercure. En revanche, chacun d'eux possède des coefficients qui peuvent être ajustés aux fins de la calibration du modèle. Le modèle bioénergétique sert à calculer le taux d'alimentation moyen des poissons, un intrant au modèle de bioaccumulation du mercure. Or le modèle bioénergétique est un modèle mécanistique beaucoup plus détaillé, qui a grandement bénéficié dans le passé d'ajustements visant à accroître la justesse de ses calculs (Boisclair et Sirois, 1993 ; Trudel et Boisclair, 1994). En général, l'ajustement des coefficients du modèle de bioaccumulation du mercure suffit à prendre en compte les écarts de justesse qui auraient pu résulter des calculs du taux d'alimentation moyen des poissons issu du modèle bioénergétique. Cela justifie en général la pratique qui consiste à ne calibrer que le modèle de bioaccumulation du mercure (Harris et Snodgrass, 1993 ; Korhonem et coll., 1995).

Calibration pour le réservoir de référence Opinaca

Les coefficients du modèle de bioaccumulation du mercure sont ajustés à partir des profils temporels (par année) de la teneur moyenne en mercure des poissons mesurée pour les diverses cohortes de poissons après la mise en eau du réservoir Opinaca, utilisé comme réservoir de référence. On a ajusté ces coefficients par espèce de poisson, par cohorte et par année de simulation. Autrement dit, on a utilisé une première fois le sous-modèle de bioaccumulation du mercure dans les poissons afin de calculer, par espèce de poisson, par cohorte et par âge du poisson,

quel devrait être le profil temporel du taux moyen d'apport en mercure aux poissons par voie alimentaire afin que les calculs effectués avec le modèle correspondent avec les teneurs moyennes en mercure observées chez les poissons (réservoir de référence Opinaca). Le taux moyen d'apport en mercure par voie alimentaire a également été calculé d'une autre façon pour le réservoir de référence Opinaca, à partir :

- des profils temporels connus de la masse corporelle moyenne, qui permet le calcul du taux alimentaire moyen ;
- de la concentration moyenne de méthylmercure dans l'eau, qui permet le calcul de la concentration moyenne de méthylmercure dans les groupes alimentaires ;
- de la spécification par l'utilisateur des fractions alimentaires moyennes (constantes).

Le rapport de ces deux taux moyens d'apport en mercure aux poissons détermine les coefficients de calibration à utiliser pour le réservoir de référence.

Justesse des calculs effectués par le logiciel

Pour calculer la teneur moyenne en mercure des poissons de longueurs nominales d'un nouveau plan d'eau, le logiciel effectue les opérations suivantes :

- estimation du taux d'alimentation des poissons à partir du modèle bioénergétique et des profils (pour les différentes cohortes de poissons) de la masse corporelle moyenne des poissons en fonction du nombre de degrés-jours de l'eau du nouveau plan d'eau ;
- estimation de la concentration moyenne de mercure des groupes alimentaires à partir de l'évolution temporelle de la concentration moyenne de méthylmercure de l'eau du nouveau plan d'eau (qui provient du logiciel HQEAU) ;
- estimation du taux moyen d'apport en mercure aux poissons par voie alimentaire, à l'aide des fractions des divers groupes alimentaires constituant l'alimentation (qui sont spécifiés par l'utilisateur).
- calcul du rapport entre le taux moyen d'apport en mercure aux poissons du nouveau plan d'eau et le taux moyen d'apport en mercure aux poissons du réservoir de référence ;
- détermination de l'évolution de la teneur moyenne en mercure dans les poissons du nouveau plan d'eau selon leur âge et par cohorte, à l'aide des coefficients de calibration du modèle de bioaccumulation du mercure et du rapport des taux moyens obtenus à l'étape précédente ;
- détermination de l'âge moyen des poissons de longueurs nominales par cohorte et calcul de la teneur moyenne en mercure dans les poissons de longueurs nominales en fonction de l'âge du réservoir.

La justesse des calculs ainsi effectués, qu'on ne peut malheureusement pas vérifier dans le cas d'un nouveau plan d'eau, dépend de plusieurs facteurs, en particulier les suivants :

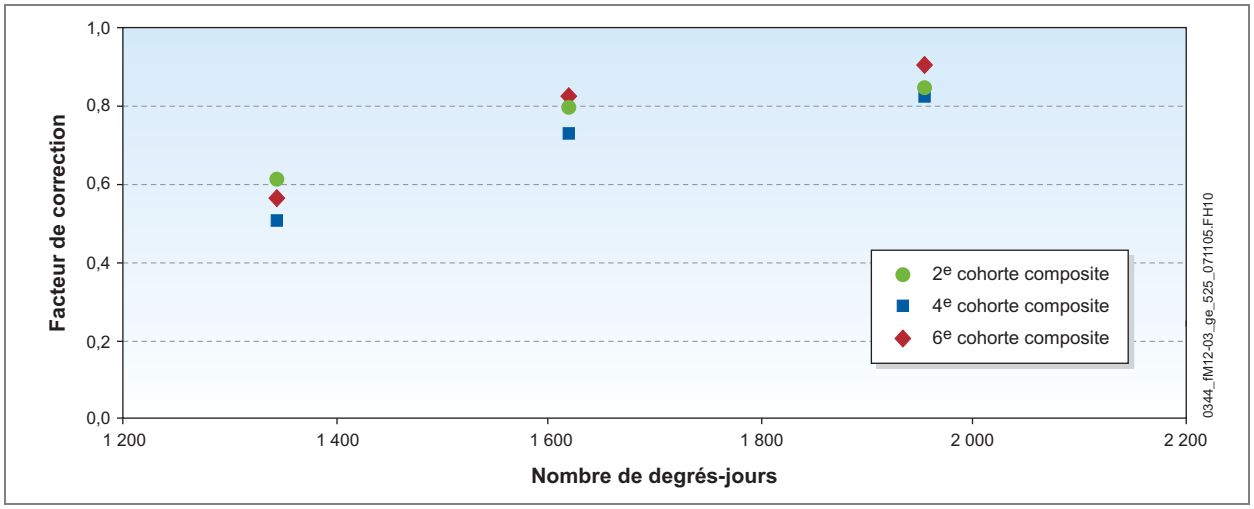
- validité des coefficients de calibration du sous-modèle de bioaccumulation du mercure pour les conditions environnantes du nouveau plan d'eau ;
- justesse des hypothèses faites pour les différents calculs ;
- justesse de la spécification par l'utilisateur des fractions moyennes (constantes) pour les divers groupes alimentaires ;
- autres facteurs non considérés jusqu'à présent (tels que l'efficacité de l'assimilation du méthylmercure de l'alimentation ainsi que la teneur équivalente en mercure du grand corégone représentant des proies non piscivores dont la teneur en mercure moyenne peut être plus grande que celle du grand corégone)

La validation des résultats produits par un logiciel tient essentiellement à la justesse avec laquelle les calculs effectués correspondent aux données disponibles de plans d'eau autres que celui qui a servi à calibrer le ou les modèles du logiciel. Un logiciel sera considéré comme valide dans la mesure où les écarts entre les calculs et les données seront jugés admissibles ou si des modifications sont intégrées au logiciel de façon à corriger, de façon systématique et prévisible, les écarts non admissibles.

Les facteurs indiqués précédemment font en sorte qu'un ajustement des coefficients de calibration ou l'utilisation de facteurs de correction de ces coefficients sont habituellement requis afin d'obtenir des prévisions qui soient jugées satisfaisantes par rapport aux mesures (Harris et Snodgrass, 1993 ; Korhonem et coll., 1995).

On a utilisé les données provenant du suivi des teneurs moyennes en mercure des poissons des réservoirs Robert-Bourassa et Caniapiscau pour vérifier la justesse des calculs effectués par le sous-modèle de bioaccumulation du mercure (calibré avec le réservoir de référence Opinaca) du logiciel HQHG, en traitant ces deux réservoirs comme des nouveaux plans d'eau. Cette vérification a permis d'établir des facteurs de correction des coefficients de calibration, maintenant intégrés au logiciel, qui sont fonction du nombre de degrés-jours de l'eau, de l'espèce de poisson et de la cohorte de poissons. La figure M12-3 indique les facteurs de corrections obtenus pour les 2^{e}, 4^{e} et 6^{e} cohortes composites des grands corégones des réservoirs Opinaca (1 956 degrés-jours), Robert-Bourassa (1 622 degrés-jours) et Caniapiscau (1 348 degrés-jours).

Figure M12-3 : Facteur de correction de la teneur moyenne en mercure du grand corégone de longueur standardisée en fonction du nombre de degrés-jours



Comparaison des calculs avec les données des réservoirs Robert-Bourassa et Caniapiscau

Les figures M12-4 à M12-7 montrent que le modèle calibré à l'aide des facteurs de correction des coefficients de calibration développés en fonction du nombre de degrés-jours de l'eau a permis de bien prévoir l'évolution de la teneur en mercure moyenne des grands corégones et des grands brochets de longueur standardisée du réservoir Robert-Bourassa et du réservoir Caniapiscau.

Les résultats de ces simulations se sont également révélées tout à fait comparables avec les données relatives aux poissons de longueurs moyennes consommés par les Cris, soit le meunier rouge, le grand corégone et le grand brochet (Thérien, 2006*c*).

M12.2.2.2 Validation du modèle HQHG

Le modèle HQHG ainsi que le modèle HQEAU pour la prévision du méthylmercure dans l'eau (qui est un intrant au modèle HQHG) ont été validés en simulant les teneurs en mercure des réservoirs La Grande 3 et La Grande 4 du complexe La Grande. Pour ces prévisions, on a considéré les données et les hypothèses suivantes : une teneur initiale en méthylmercure de l'eau égale à la teneur retenue pour le réservoir Opinaca, le régime alimentaire des poissons par défaut, une température de l'eau basée sur les mesures obtenues à différentes stations l'année de la mise en eau pour le réservoir La Grande 3, mais une température de l'eau basée sur la latitude et la longitude pour le réservoir La Grande 4.

Figure M12-4 : Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Robert-Bourassa – Grand corégone de longueur standardisée (400 mm)

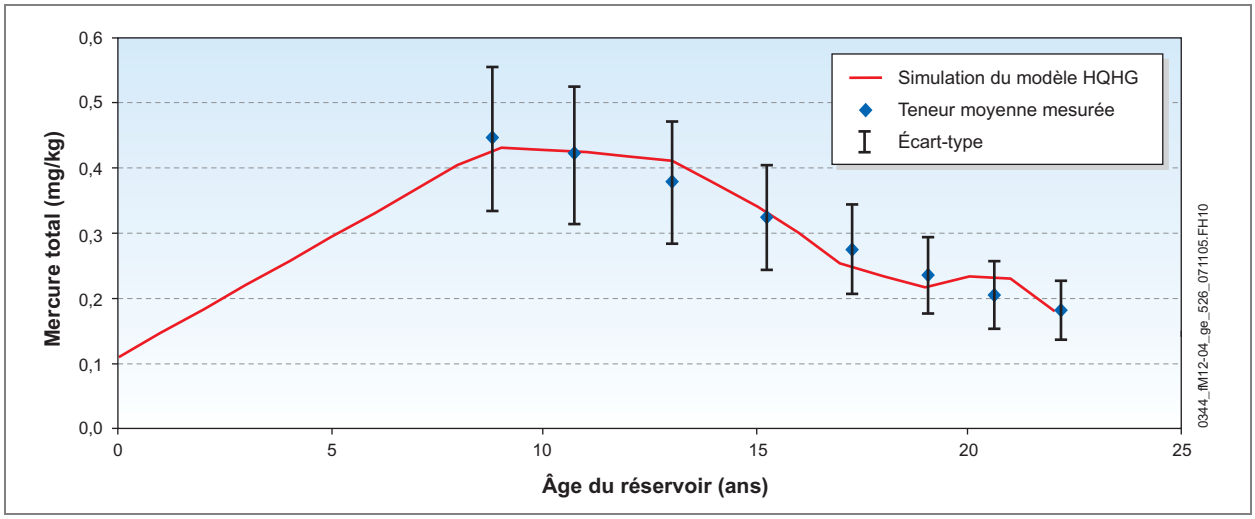
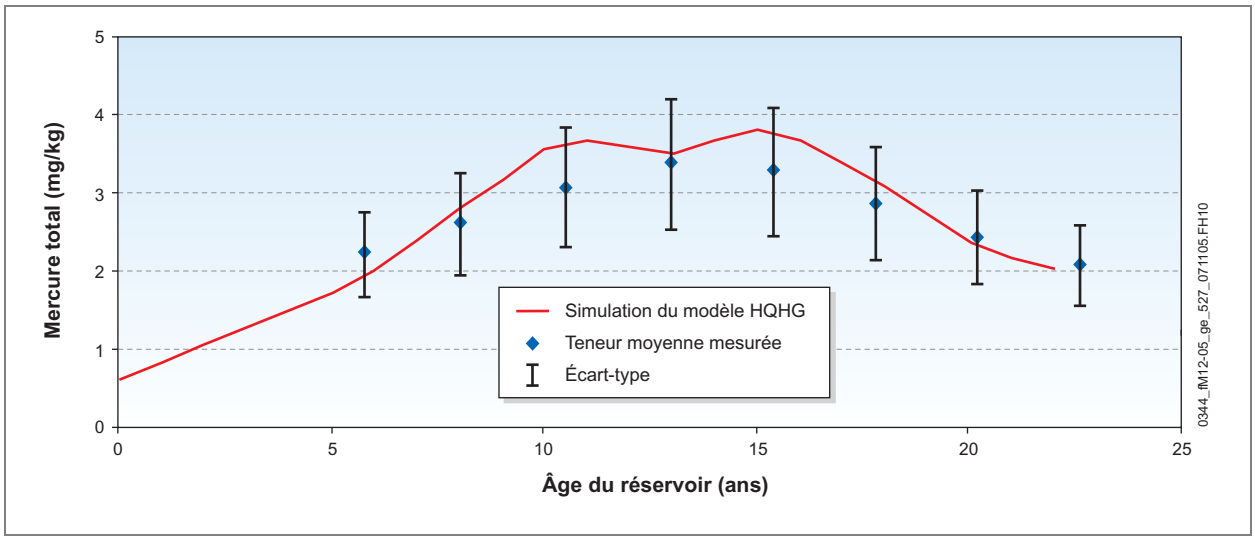


Figure M12-5 : Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Robert-Bourassa – Grand brochet de longueur standardisée (700 mm)



Les figures M12-8 et M12-9 permettent de comparer les résultats des simulations avec les données obtenues du suivi des teneurs en mercure des poissons de ces deux réservoirs. Il est à noter que le modèle a été élaboré et calibré à partir des concentrations de mercure de base mesurées, alors que les mesures présentées dans ces figures correspondent aux teneurs moyennes en mercure estimées pour les longueurs standardisées par l'analyse polynomiale avec variables indicatrices. Ce sont ces teneurs qui sont publiées dans la synthèse du suivi des teneurs en mercure des poissons des réservoirs du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002). Ce fait peut être une source de divergences entre les valeurs simulées et les valeurs mesurées.

Figure M12-6 : Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Caniapiscau – Grand corégone de longueur standardisée (400 mm)

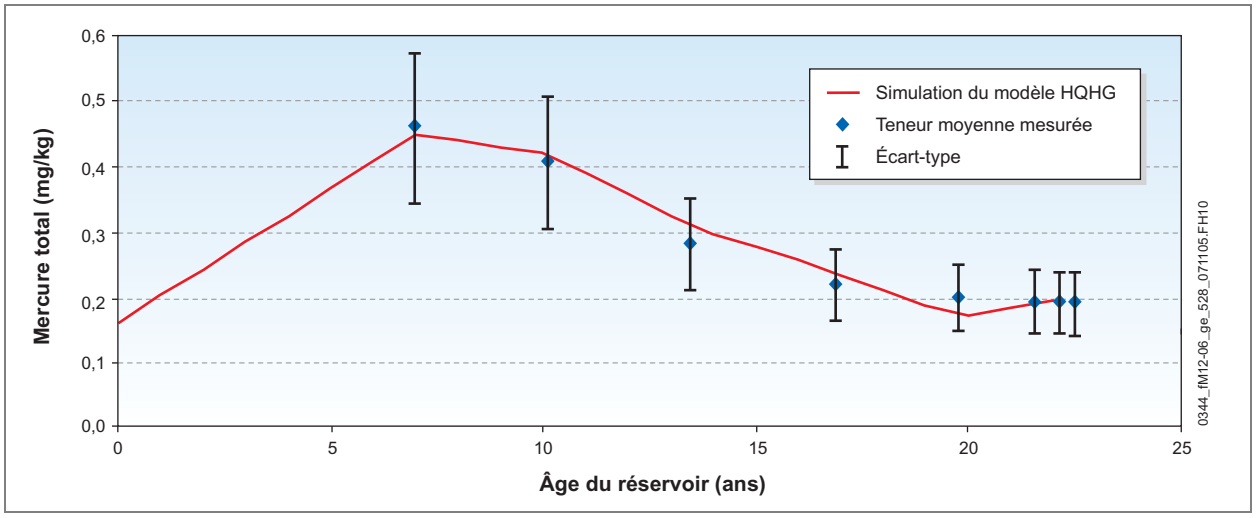
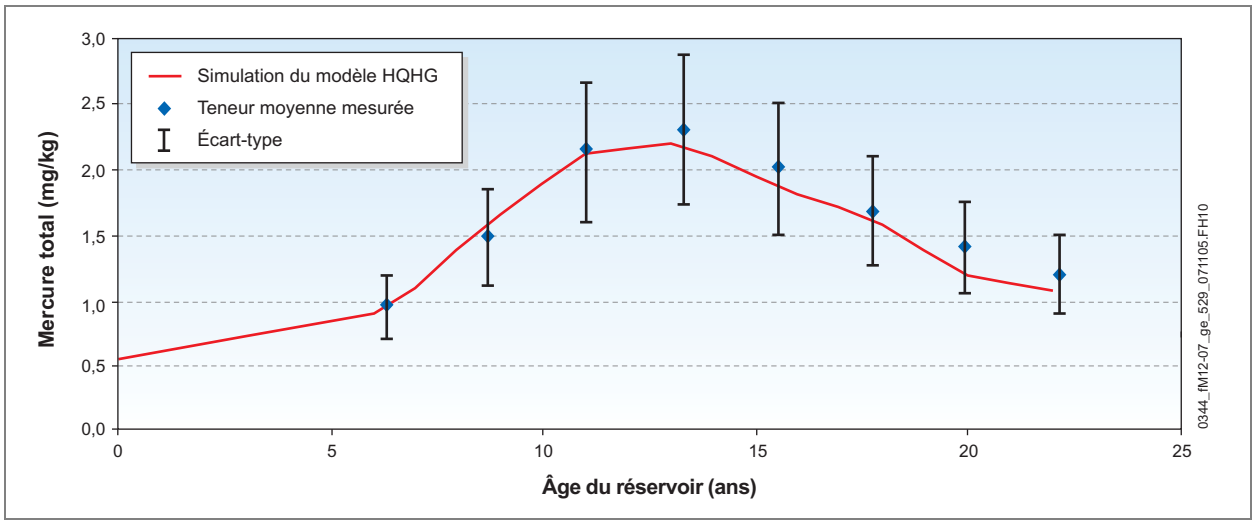


Figure M12-7 : Comparaison des teneurs moyennes en mercure calculées avec le logiciel HQHG et mesurées dans le réservoir Caniapiscau – Grand brochet de longueur standardisée (700 mm)



Comme le montrent ces figures, surtout pour le réservoir La Grande 3, il y a souvent de grandes différences entre la teneur moyenne obtenue pour l'ensemble des stations et les teneurs moyennes obtenues à chacune des stations. Cette variabilité entre les stations est également une source de divergence avec les valeurs simulées, qui sont obtenues avec une configuration de réservoir à une seule zone qui représenterait la valeur moyenne du réservoir, alors que les valeurs mesurées correspondent à des stations spécifiques dont la distribution n'était pas aléatoire, mais visait plutôt à renseigner sur les cas particuliers, souvent extrêmes (Schetagne et coll., 2002).

Figure M12-8 : Simulation des teneurs en mercure du meunier rouge, du grand corégone et du grand brochet dans le réservoir La Grande 3

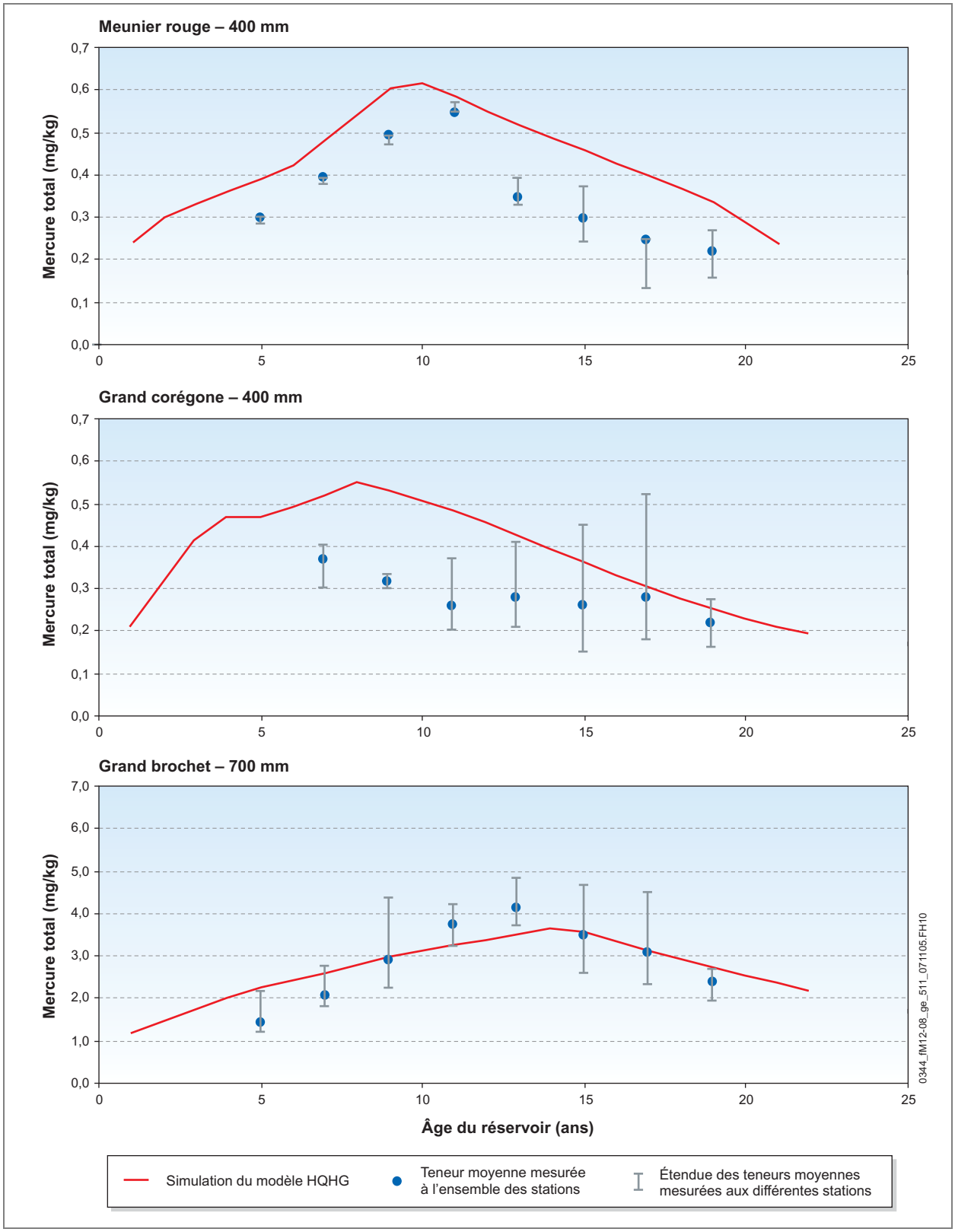
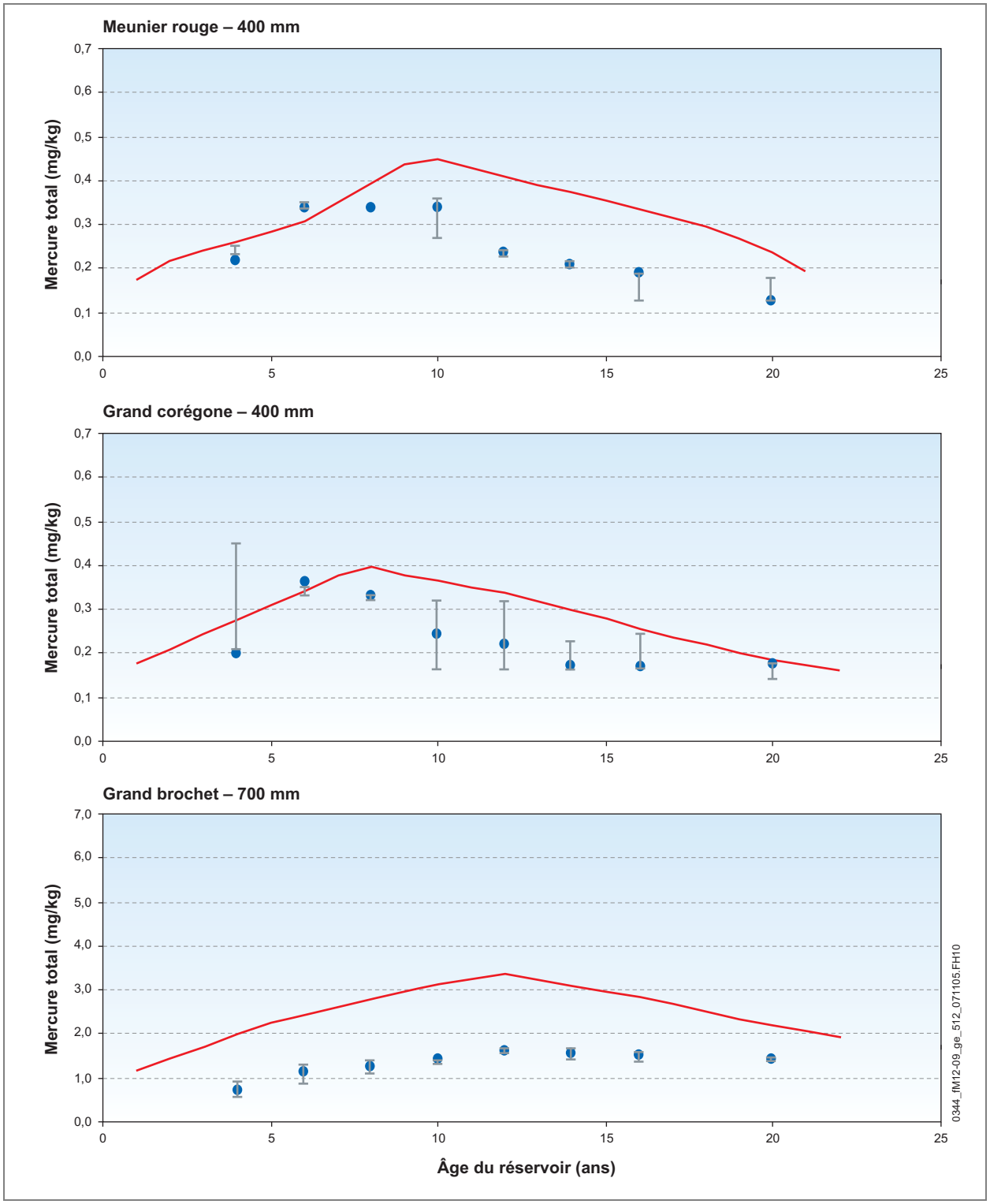


Figure M12-9 : Simulation des teneurs en mercure du meunier rouge, du grand corégone et du grand brochet dans le réservoir La Grande 4



Malgré ces sources de divergences, le modèle HQHG a très bien réussi à déterminer l'ordre de grandeur des valeurs maximales atteintes et de la durée des augmentations pour les réservoirs La Grande 3 et La Grande 4. En effet, les valeurs maximales simulées correspondent très bien à la plage des valeurs maximales mesurées pour les trois espèces également simulées dans le cadre des réservoirs de la Romaine. Il est à noter que, pour représenter le meunier noir des réservoirs de la Romaine, ce sont les valeurs du meunier rouge qui ont été simulées, car c'est pour cette espèce de meunier que le modèle a été calibré. Cette approche est valable, car ces deux espèces ont des régimes alimentaires très semblables et présentent, en conditions naturelles, des teneurs en mercure équivalentes (Schetagne et coll., 2002). Pour ce qui est de la durée, le modèle est un peu pessimiste : la période des fortes valeurs paraît un peu plus prolongée, mais les valeurs simulées après une vingtaine d'années correspondent généralement très bien aux teneurs mesurées.

Font exception les prévisions pour le grand brochet du réservoir La Grande 4, qui sont nettement plus élevées que les teneurs mesurées. Il est important de noter que les teneurs des réservoirs La Grande 3 et La Grande 4 ont été simulées selon des connaissances de base et des hypothèses de simulation similaires à celles dont on dispose pour les réservoirs de la Romaine, de façon à illustrer la fiabilité du modèle. En ce qui concerne les fractions alimentaires des poissons piscivores, ce sont les valeurs par défaut qui ont été retenues, ce qui expliquerait en grande partie la surestimation des teneurs pour le grand brochet. D'une part, selon les valeurs par défaut (voir le tableau M12-4 et la section M12.2.1.2), jusqu'à 40 % du régime du grand brochet est constitué de poissons piscivores, alors que ce comportement alimentaire est beaucoup moins répandu aux réservoirs La Grande 4 et Caniapiscau, dans le secteur est du complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002 ; Doyon et coll., 1996). D'autre part, les prévisions sont adéquates pour les poissons non piscivores du réservoir La Grande 4, ce qui suggère également un régime alimentaire différent pour les piscivores de ce réservoir.

La présente validation du modèle HQHG montre qu'il est tout à fait adéquat pour répondre aux principaux objectifs de son utilisation (spécifiés à la section M12.2.2.1) :

- déterminer si la création des quatre réservoirs projetés fera augmenter la teneur moyenne en mercure des poissons au point de devoir modifier les recommandations de consommation de poissons destinées aux pêcheurs sportifs et autochtones ;
- obtenir l'ordre de grandeur des teneurs maximales qui seront atteintes durant l'exploitation des réservoirs projetés en vue de pouvoir réaliser une analyse du risque additionnel pour la santé des consommateurs de poissons ;
- vérifier si l'enlèvement des arbres et des arbustes avec brûlage des résidus peut réduire de manière sensible l'augmentation prévue des teneurs en mercure des poissons.

En effet, cette validation montre que le modèle HQHG permet de bien déterminer l'ordre de grandeur des valeurs maximales atteintes des teneurs en mercure des poissons de réservoirs projetés ainsi que l'ordre de grandeur de la durée des augmentations. Elle montre également que les prévisions peuvent être surestimées pour les poissons piscivores si leur régime alimentaire réel est constitué d'une fraction de poissons-proies piscivores moindre que la fraction spécifiée par défaut, qui correspond aux cas extrêmes observés au complexe La Grande. Dans le but de présenter des prévisions à caractère plus pessimiste qu'optimiste, c'est le régime alimentaire par défaut qui a été retenu pour les réservoirs de la Romaine.

M12.2.3 Données utilisées et hypothèses de calcul

Lors de la simulation des teneurs en mercure des poissons des réservoirs du complexe de la Romaine, à l'aide des logiciels HQEAU (qui fournit l'évolution mensuelle de la concentration de méthylmercure de l'eau) et HQHG, on a généralement privilégié les données et les hypothèses de calcul générant des prévisions pessimistes (teneurs futures élevées) dans le but de tendre vers un scénario correspondant au « pire cas probable ».

M12.2.3.1 Modèle HQEAU

Les options de simulation ainsi que le type de données fournies au modèle sont décrits en détail dans les manuels de l'utilisateur (Thérien, 2006*a* et 2006*b*). Les principaux intrants utilisés pour les réservoirs de la Romaine sont les suivants :

- Les réservoirs ne comprennent qu'une seule zone.
- Un seul affluent représente les apports naturels pour le réservoir de la Romaine 4, alors que deux affluents sont retenus pour les trois autres réservoirs, soit un premier représentant les apports naturels du bassin versant du secteur considéré et un second correspondant à l'effluent du réservoir situé en amont (associé à la couche de fond du réservoir, puisque la profondeur des prises d'eau dépasse généralement 10 m).
- Un seul effluent est retenu par réservoir, car les débits réservés sont retournés dans la Romaine.
- Les niveaux d'exploitation maximaux et les marnages des différents réservoirs sont fournis par Hydro-Québec Équipement.
- Les volumes et les superficies terrestres ennoyées sont spécifiés par strate de 10 m pour l'ensemble du réservoir (une seule zone) et proviennent des courbes d'emmagasinement de chacun des réservoirs fournies par Hydro-Québec Équipement.

- L'évolution mensuelle du niveau de chacun des réservoirs pour une période de 30 ans, commençant au début de la période de remplissage de chacun des réservoirs, correspond aux conditions moyennes d'hydraulicité pour la période transitoire (pendant le remplissage des différents réservoirs) et pour la période d'exploitation (une fois que tout le complexe est en exploitation).
- Les lacs ennoyés ne sont pas considérés, car leur volume est négligeable par rapport au volume total des réservoirs (proportion de 0 à 0,4 %).
- Pour la phytomasse de la végétation et des sols, on fournit les superficies des principaux groupements végétaux des aires ennoyées de chacun des réservoirs (voir le tableau M12-1).
- Pour les débits des affluents naturels des réservoirs, on entre les profils mensuels répétés des débits moyens (débits moyens des 12 mois d'une année qui sont répétés durant 30 ans) correspondant aux conditions d'hydraulicité moyennes.
- Pour les caractéristiques des affluents, soit les valeurs des principales variables de la qualité de l'eau, on fournit le profil annuel répété (sur 30 ans) des concentrations estimées pour chaque mois, selon les relevés effectués en 2004 et en 2005 (voir le tableau M12-5).

Tableau M12-5 : Profil annuel répété des concentrations des principales variables de la qualité de l'eau des affluents des réservoirs projetés

Variable	Mois de l'année											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alcalinité (mg $CaCO_3$/l)	5,5	5,5	5,5	5,5	2,4	2,4	3,8	3,8	3,8	2,2	2,2	5,5
Azote ammoniacal (mg N/l)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,04
Azote total Kjeldahl (mg N/l)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,43	0,43	0,19	0,19	0,19	0,16	0,16	0,13
Bicarbonates (mg HCO_3/l)	6,6	6,6	6,6	6,6	2,9	2,9	4,6	4,6	4,6	2,7	2,7	6,6
Carbone organique total (mg C/l)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8	3,4	3,4	3,4	7,7	7,7	3,6
Conductivité (µS/cm)	20	20	20	20	12	12	13	13	13	14	14	20
Méthylmercure (ng/l)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mercure total (ng/l)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Nitrites et nitrates (mg N/l)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,14
Oxygène dissous (mg O_2/l)	13,0	13,0	13,0	13,0	11,8	11,8	9,2	9,2	9,2	12,4	12,4	13,0
pH	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,6	6,6	6,6	6,3	6,3	6,2
Phosphore total (µg P/l)	3	3	3	3	10	10	6	6	6	7	7	3

- Les débits turbinés et réservés ne sont pas spécifiés, car ils ne sont nécessaires que lorsqu'ils sont déversés dans des cours d'eau différents (par exemple lorsqu'il y a dérivation vers un autre bassin versant).
- Pour la qualité des précipitations, on spécifie la latitude et la longitude de chaque réservoir (voir section M12.2.1.1).
- Pour la température moyenne de l'eau, on spécifie le profil annuel répété des températures moyennes mensuelles des couches de surface et de fond selon les prévisions d'Hydro-Québec Équipement.
- Pour les paramètres de déboisement, le pourcentage d'enlèvement retenu pour chacune des composantes est présenté au tableau M12-6.

Tableau M12-6 : Pourcentage d'enlèvement de chacune des composantes labiles de la végétation et des sols ennoyés

Composantes labiles	Porcentage d'enlèvement [a] (%)	
	Déboisement sélectif [b]	Déboisement non sélectif [c]
Aiguilles des conifères	100	100
Feuilles d'arbres décidus	0	100
Aiguilles des arbustes conifères	0	100
Feuilles d'arbustes décidus	0	100
Litière (horizon L, y compris mousses, lichens et herbacées)	0	0

a. Avec brûlage des résidus de coupe ; sans brûlage, l'enlèvement est nul.
b. Seuls les arbres de résineux sont récupérés.
c. Tous les arbres et arbustes sont coupés.

- Les simulations sont effectuées sur 30 ans selon les paramètres suivants :
  - le pas de calcul est de un par mois ;
  - le mois et l'année du début du remplissage de chaque réservoir sont les suivants : avril 2014 pour le réservoir de la Romaine 2, juillet 2016 pour le réservoir de la Romaine 1, octobre 2016 pour le réservoir de la Romaine 3 et septembre 2019 pour le réservoir de la Romaine 4.
- Les variables demandées sont le phosphore total pour l'évaluation de l'augmentation des teneurs en chlorophylle *a* et le méthylmercure pour les prévisions des teneurs en mercure des poissons.
- Les scénarios de simulation, les données de phytomasse et les variables de la qualité de l'eau correspondent aux valeurs moyennes mesurées, alors que pour la température de l'eau et le débit ils correspondent aux conditions moyennes de température et d'hydraulicité.

M12.2.3.2 Modèle HQHG

Les options de simulation ainsi que le type de données fournies au modèle sont décrits en détail dans les manuels de l'utilisateur (Thérien, 2006*a* et 2006*b*). Les principaux intrants utilisés pour les réservoirs de la Romaine sont les suivants :

- L'évolution mensuelle du méthylmercure dans l'eau provient :
  - des résultats tirés du logiciel HQEAU (couche de fond) utilisé avec les données et les hypothèses décrites à la section M12.2.3.1 en ce qui concerne les apports du réservoir situé à l'amont ;
  - des mesures effectuées en août 2001 pour les apports naturels ; une valeur constante à 0,06 ng/l a été utilisée pour les douze mois de l'année, ce qui confère aux prévisions un caractère pessimiste, puisque la teneur de base retenue dans le modèle est de 0,024 ng/l.
- Pour l'exportation du méthylmercure des réservoirs situés à l'amont d'un réservoir donné, seul le méthylmercure produit dans le premier réservoir situé à l'amont est considéré (par exemple, on considère uniquement le méthylmercure produit dans le réservoir de la Romaine 3 comme ajout au réservoir de la Romaine 2). Le suivi du complexe La Grande montre qu'il n'y a pas d'augmentation cumulative des teneurs en mercure dans la chair des poissons lorsqu'une série de réservoirs sont aménagés sur un même parcours des eaux. L'influence d'un réservoir donné se limiterait au premier réservoir situé immédiatement en aval (Schetagne et coll., 2002).
- Pour les caractéristiques thermiques des nouveaux plans d'eau, on fournit la température moyenne de chaque mois de l'année pour les couches de surface et de fond ; ce profil est répété durant les 30 ans de la simulation (voir la section M12.2.3.1).
- En ce qui concerne les espèces de poissons et les classes de tailles, on utilise les longueurs standardisées des espèces suivantes : 400 mm pour le grand corégone et le meunier rouge, et 700 mm pour le grand brochet. Les valeurs obtenues pour le meunier rouge sont supposées valables pour le meunier noir de même longueur. Les valeurs obtenues pour le grand corégone de 400 mm sont considérées comme valables pour l'omble de fontaine de 300 mm, alors que les valeurs prévues pour le grand brochet de 700 mm sont considérées comme valables pour le touladi de 600 mm, selon les valeurs mesurées au complexe La Grande (Schetagne et coll., 2002).
- Le régime alimentaire par défaut est retenu pour les espèces non piscivores et piscivores (voir la section M12.2.1.2). Cette hypothèse est particulièrement pessimiste pour les poissons prédateurs des réservoirs de la Romaine, où le grand brochet risque d'être moins dominant après la mise en eau qu'aux réservoirs du complexe La Grande à cause d'une superficie terrestre ennoyée moins grande et d'un temps de séjour des eaux plus court, comme aux réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 3.

- La durée totale de la simulation est fixée à 30 années, avec un pas de calcul de 1 an. Les dates de mise en eau sont les suivants :
  - avril 2014 pour le réservoir de la Romaine 2 ;
  - juillet 2016 pour le réservoir de la Romaine 1 ;
  - octobre 2016 pour le réservoir de la Romaine 3 ;
  - septembre 2019 pour le réservoir de la Romaine 4.
- Deux scénarios de déboisement sont considérés :
  - le scénario retenu pour le complexe de la Romaine, qui comporte le déboisement sélectif de 68 % de la surface forestière du réservoir de la Romaine 1, 60 % de celle du réservoir de la Romaine 2, 55 % de celle du réservoir de la Romaine 3 et 18 % de celle du réservoir de la Romaine 4, avec le brûlage des résidus de coupe uniquement au réservoir de la Romaine 1 ;
  - un scénario considérant le déboisement des strates arbustives et arborescentes de la superficie forestière totale des quatre réservoirs, avec brûlage des résidus de coupe.

M12.2.4 Exportation du mercure en aval des réservoirs

Le suivi des teneurs en mercure des poissons du complexe La Grande révèle que le mercure est exporté en aval des réservoirs (Brouard et coll., 1994). L'ampleur de l'augmentation des teneurs en mercure des poissons en aval des réservoirs, sa durée ainsi que la distance en aval sur laquelle elle peut se faire sentir seraient principalement déterminées par les deux facteurs suivants (Schetagne et coll., 2002) :

- la diminution de la proportion relative des organismes (surtout le zooplancton) provenant des réservoirs par lesquels le méthylmercure est exporté, en raison de la dilution causée par les tributaires du bassin versant résiduel en aval, qui apportent des organismes moins riches en méthylmercure ;
- la présence ou l'absence de grands plans d'eau qui permettent la sédimentation du mercure fixé aux particules en suspension provenant du réservoir amont et qui offrent des conditions de type lacustre réduisant grandement la dévalaison du zooplancton et des autres organismes provenant du réservoir amont.

Dans le cas du complexe de la Romaine, l'exportation du mercure en aval des réservoirs est prise en compte pour trois cas distincts, soit l'exportation du mercure entre les quatre réservoirs projetés, l'exportation en aval du réservoir de la Romaine 1 et le cas de l'aval immédiat des réservoirs.

Exportation du mercure entre les quatre réservoirs projetés

Comme l'indique la section M12.2.3.2, l'exportation du mercure entre les quatre réservoirs projetés est prise en compte par l'ajout, à la concentration de méthylmercure de l'eau entrant dans le réservoir situé en aval, du méthylmercure produit dans

le premier réservoir situé à l'amont. Les conditions à caractère lacustre du premier réservoir en aval (faible vitesse d'écoulement et grande profondeur) permettront la sédimentation du mercure fixé aux particules en suspension provenant du réservoir amont et réduiront grandement la dévalaison plus en aval du zooplancton et des autres organismes provenant du réservoir situé à l'amont.

Exportation du méthylmercure en aval du réservoir de la Romaine 1

Dans le cas du tronçon de la rivière Romaine compris entre la centrale de la Romaine-1 et son embouchure, le débit cumulatif des tributaires de ce tronçon est trop faible (représentant en moyenne seulement 12 % des apports des réservoirs) pour diluer de façon sensible le mercure exporté du réservoir de la Romaine 1. De plus, il n'y a pas de section d'eau profonde aux conditions de type lacustre pour permettre une sédimentation du mercure lié aux particules en suspension ou une réduction de la dévalaison des organismes sortant du réservoir. Aussi, les teneurs en mercure des poissons prévues en aval du réservoir de la Romaine 1, à l'exception de l'aval immédiat de ce réservoir, sont considérées comme équivalentes aux teneurs estimées dans le réservoir même.

Aval immédiat des réservoirs

Le suivi des teneurs en mercure des poissons au complexe La Grande a démontré que les espèces de poissons habituellement non piscivores, comme le meunier rouge et le grand corégone, peuvent, à l'aval immédiat des centrales, consommer des petits poissons perturbés par leur passage dans les turbines (Schetagne et coll., 2002). Ce phénomène est particulièrement prononcé à l'aval immédiat du réservoir Robert-Bourassa, où les teneurs mesurées chez les grands corégones et les meuniers rouges de longueur standardisée (400 mm) ont atteint des valeurs maximales respectives de 1,27 et 1,66 mg/kg, environ deux fois et demie supérieures aux valeurs maximales observées dans le réservoir même. Lors des derniers relevés, les teneurs avaient sensiblement diminué, comme dans le réservoir, mais demeuraient environ trois fois supérieures aux valeurs observées dans le réservoir, avec des valeurs variant de 0,4 à 0,6 mg/kg.

Des analyses des contenus stomacaux des grands corégones capturés à l'aval immédiat de la centrale Robert-Bourassa ont révélé qu'ils ingéraient surtout de petits ciscos d'une centaine de millimètres de longueur (Brouard et coll., 1994). En l'absence de cisco, ce phénomène devrait être moins important, car le cisco, espèce à croissance lente et à maturation précoce, accumule beaucoup plus de mercure que les grands corégones et les meuniers de taille comparable. Par exemple, les teneurs moyennes des ciscos de 150 mm de longueur ont atteint 1,10 mg/kg, comparativement à 0,37 mg/kg pour le grand corégone de 400 mm, au réservoir La Grande 3 cinq ans après la mise en eau (Schetagne et coll., 2002). Ces auteurs suggèrent aussi que l'ampleur de ce phénomène serait liée à la présence ou non de turbines et à la

hauteur de chute, qui rendent les poissons plus ou moins vulnérables à la prédation. En aval des centrales où la hauteur de chute était de 13 à 27 m, le phénomène est beaucoup moins prononcé.

À l'aval immédiat des réservoirs de la Romaine, la hauteur de chute variant de 60 à 150 m, par rapport à 139 m à la centrale Robert-Bourassa, semble suffisante pour que le changement d'alimentation se produise, mais l'absence de cisco devrait faire en sorte que l'augmentation des teneurs soit moins forte qu'en aval de la centrale Robert-Bourassa. En aval de la centrale des Churchill Falls, où la communauté de poissons est similaire à celle du complexe de la Romaine (absence de cicso notamment), les teneurs des grands corégones de 400 mm sont deux fois plus élevées en aval (0,99 mg/kg) qu'en amont (0,47 mg/kg) (Schetagne et coll., 1996).

Pour ces raisons, on a posé comme hypothèse que pour les grands corégones de 400 mm, les meuniers noirs de 400 mm et les ombles de fontaine de 300 mm les teneurs en mercure en aval seraient deux fois plus élevées que les valeurs prévues en réservoir. Par contre, pour les poissons plus gros, comme les grands corégones de 500 mm et plus ainsi que les ombles de fontaine de plus de 400 mm, les valeurs pourraient être semblables à celles qui sont prévues pour les grands brochets des réservoirs.

Pour les espèces piscivores comme le grand brochet et le touladi, qui sont toujours piscivores aux longueurs standardisées et qui consomment généralement des poissons non piscivores plus petits que ceux qui changent de régime alimentaire, les teneurs prévues à l'aval immédiat des réservoirs correspondent aux valeurs prévues dans les réservoirs mêmes.

M12.2.5 Analyse du risque additionnel pour la santé des consommateurs de poissons

Le projet du complexe de la Romaine entraînera une augmentation temporaire des teneurs en mercure dans les poissons des milieux modifiés. La démarche suivie pour déterminer le risque additionnel pour la santé des populations concernées par cette augmentation comporte trois étapes :

- la mesure de l'exposition au mercure en conditions actuelles ;
- l'estimation de l'exposition au mercure en conditions futures ;
- la détermination du risque additionnel pour la santé.

M12.2.5.1 Mesure de l'exposition au mercure en conditions actuelles

Les détails de la méthode employée pour déterminer l'exposition au mercure en conditions actuelles des populations concernées par le complexe de la Romaine sont donnés dans les études de Nove Environnement (Hydro-Québec, 2007*a* et

2007*b*). Les populations étudiées sont les communautés allochtones de Havre-Saint-Pierre et de Longue-Pointe-de-Mingan ainsi que la communauté innue de Mingan (Ekuanitshit).

L'exposition actuelle au mercure est déterminée par la mesure de la teneur en mercure total dans les cheveux. Cette mesure est reconnue comme une excellente méthode pour déterminer l'exposition au mercure d'une personne, car la teneur en mercure y est proportionnelle à la concentration sanguine lors de la croissance du cheveu et demeure stable par la suite (OMS, 1990). De plus, elle est facilement mesurable et permet un d'établir un registre de l'exposition au mercure d'une personne pour une période de plusieurs mois ou années selon la longueur du cheveu et le segment analysé.

Au cours de l'automne 2006, on a prélevé un échantillon de cheveux sur 94 participants de Havre-Saint-Pierre, sur 60 de Longue-Pointe-de-Mingan et sur 36 de Mingan. Les principaux groupes cibles visés par ces prélèvements étaient la population générale, les pêcheurs, les non-pêcheurs, les hommes et les femmes. Une attention particulière a été portée aux femmes en âge d'avoir des enfants (âgées de 18 à 39 ans) en raison de la plus forte sensibilité du fœtus au mercure.

Pour la majorité des participants, la teneur en mercure a surtout été déterminée sur le segment de 0-3 cm situé près du cuir chevelu. L'analyse de ce segment permet d'obtenir l'exposition moyenne des trois mois précédant la collecte de l'échantillon, soit septembre, août et juillet, pour les communautés de Havre-Saint-Pierre et de Longue-Pointe-de-Mingan (collecte de cheveux de la fin de septembre au début d'octobre) et novembre, octobre et septembre pour la communauté de Mingan (collecte en décembre).

Pour un certain nombre de participants, dont ceux qui pratiquent la pêche blanche, on a analysé des segments additionnels dans le but de déterminer une variabilité saisonnière :

- Havre-Saint-Pierre : segments de 3-4 cm (juin, n = 12), de 4-5 cm (mai, n = 9) et de 5-6 cm (avril, n = 6) ;
- Mingan : segments de 5-6 cm (juin, n = 19) et de 8-9 cm (mars, n = 13).

La collecte de cheveux a été réalisée en même temps que l'administration de questionnaires d'enquête sur la récolte et la consommation de ressources fauniques de même que sur la perception du risque lié au mercure, dans le but d'associer les habitudes de consommation à l'exposition au mercure. Le protocole de ces activités a été préalablement soumis et accepté par un comité d'éthique en santé (Hydro-Québec, 2007*a* et 2007*b*).

M12.2.5.2 Estimation de l'exposition au mercure en conditions futures

L'estimation de l'exposition au mercure en conditions futures des communautés concernées par le projet repose sur les données suivantes :

- l'exposition au mercure en conditions actuelles ;
- les résultats de l'enquête sur la récolte et la consommation de ressources fauniques, qui ont permis de déterminer les habitudes de récolte et de consommation des composantes alimentaires pouvant être une source significative de mercure, les lieux de récolte ainsi que l'intention d'aller pêcher dans les réservoirs projetés ;
- l'étude de perception du risque pour la santé lié au mercure ;
- l'expérience acquise sur l'utilisation du territoire par les populations concernées par l'aménagement du réservoir de la Sainte-Marguerite 3.

À partir de ces données, on a élaboré divers scénarios de consommation des différentes composantes alimentaires pouvant être une source significative de mercure. Ces scénarios ont permis d'évaluer l'exposition au mercure en conditions futures.

Approche générale

L'approche suivie consiste à mettre en relation l'exposition actuelle au mercure (en parties par million de mercure dans le cheveu) des populations concernées par le projet avec la concentration moyenne actuelle des apports en mercure (en microgrammes de mercure par gramme de tissus) à ces populations. Cette concentration moyenne actuelle des apports en mercure tient compte de la proportion relative des composantes alimentaires pouvant être des sources significatives de mercure, que ces composantes proviennent ou non des milieux qui seront touchés par le projet.

On obtient l'exposition au mercure en conditions futures en multipliant l'exposition actuelle au mercure par le rapport entre la concentration moyenne future et la concentration moyenne actuelle des apports en mercure :

$$\underset{\textit{(ppm cheveux)}}{\textit{Exposition future}} = \underset{\textit{(ppm cheveux)}}{\textit{Exposition actuelle}} \times \frac{[\text{Hg}]\ \textit{moyenne future (µg/g)}}{[\text{Hg}]\ \textit{moyenne actuelle (µg/g)}}$$

Équation M12-18

La concentration moyenne des apports en mercure en conditions futures est obtenue en remplaçant les teneurs actuelles en mercure des composantes alimentaires qui proviennent des milieux modifiés par les teneurs en mercure prévues pour ces milieux. Les concentrations de mercure des composantes alimentaires provenant des milieux non modifiés par le projet ne changent pas à la suite de la création des réservoirs projetés.

Les concentrations moyennes actuelles et futures des apports en mercure ont été calculées individuellement pour chaque répondant, de sorte que l'exposition en conditions futures a également été calculée pour chaque répondant. Cette approche a permis de calculer une exposition moyenne (en parties par million de mercure dans le cheveu) pour chacun des groupes cibles : population générale, pêcheurs, non-pêcheurs, hommes, femmes et femmes en âge d'avoir des enfants.

Composantes alimentaires pouvant être une source significative de mercure

Il est largement reconnu que, pour la plupart des populations humaines, l'exposition au mercure est essentiellement liée à la consommation de poissons (OMS, 1990). Afin d'être le plus exhaustif possible, on a également considéré la consommation d'oiseaux ou de mammifères s'alimentant eux-mêmes de poissons. Dans ce contexte, en se fondant sur les études précédentes d'exposition au mercure (QSAR, 1999 et 2001 ; Castonguay, Dandenault et Associés, 1997 et 2001), les principales composantes de l'alimentation qui ont été considérées comme sources significatives de mercure sont les suivantes :

A poissons non piscivores provenant des milieux qui seront touchés par le projet (rivière Romaine, de la partie amont du réservoir de la Romaine 4 jusqu'à son embouchure) ;

B poissons non piscivores provenant des milieux qui ne seront pas touchés par le projet (lacs et rivières de la région qui demeureront à l'état naturel) ;

C poissons piscivores des milieux qui seront touchés par le projet ;

D poissons piscivores des milieux qui ne seront pas touchés par le projet ;

E poissons marins et fruits de mer (le milieu marin ne sera pas touché par le projet) ;

F sauvagine non piscivore et piscivore provenant des milieux qui seront touchés par le projet ;

G sauvagine non piscivore et piscivore provenant des milieux qui ne seront pas touchés par le projet (milieu marin et lacs et rivières de la région qui demeureront à l'état naturel) ;

H mammifères marins (non touchés par le projet) ;

I poissons et fruits de mer provenant du commerce (non touchés par le projet).

Proportion relative des apports en mercure provenant des milieux modifiés

Parmi ces différentes sources de mercure, seules les composantes A, C et F proviennent de milieux qui seront modifiés par le projet. Pour celles-ci, les teneurs en mercure augmenteront à la suite de la création des réservoirs projetés.

Le questionnaire d'enquête administré aux populations concernées ne visait pas la détermination des portions consommées par repas ni par composante alimentaire, car des études réalisées au Québec ont montré que les résultats liés à ce type de questions sont habituellement peu fiables (QSAR, 1999 et 2001 ; Castonguay, Dandenault et Associés, 1997 et 2001).

Pour obtenir une estimation de la proportion relative des apports en mercure provenant des composantes touchées par le projet, on a considéré une portion par repas identique pour toutes les composantes, soit une portion de 250 g par repas, similaire à la portion de 230 g retenue pour le *Guide de consommation de poissons de pêche sportive en eau douce du Québec*. Il importe de noter que la valeur de cette portion n'influe pas sur les résultats de l'évaluation, parce qu'elle est constante pour toutes les composantes et que c'est la proportion relative de ces composantes qui est recherchée. Les proportions obtenues sont présentées, pour chacune des communautés concernées par le projet, aux figures 32-2, 32-4 et 32-6, tandis que les données brutes sont présentées dans Hydro-Québec (2007*a* et 2007*b*).

Concentration moyenne des apports en mercure

La concentration moyenne des apports en mercure est calculée pour chaque répondant au questionnaire d'enquête. Elle est la moyenne des concentrations de mercure de tous les repas de ce répondant qui peuvent être une source significative de mercure, c'est-à-dire qui comporte une des composantes alimentaires de A à I, durant la période de quatre mois couverte par le questionnaire :

$$[Hg_{moy}]_{apports} = \left(\sum_{i=A}^{I} \sum_{j=1}^{n} \left[Hg_{xy} \right] \right) \div Nb_{repas}$$

Équation M12-19

où :

$[Hg_{moy}]_{apports}$ est la concentration moyenne de mercure de l'ensemble des repas comportant une source significative de mercure du répondant :

- pour i = A jusqu'à I composantes alimentaires comportant une source significative de mercure ;
- pour j = 1 jusqu'à n repas consommés par le répondant.

$\left[Hg_{xy} \right]$ est la teneur en mercure dans la chair d'une espèce x de provenance y consommée (µg/g).

Nb_{repas} est le nombre de repas total par répondant.

La **concentration moyenne actuelle** des apports en mercure est obtenue à partir des teneurs moyennes actuelles en mercure de toutes les composantes alimentaires. La **concentration moyenne future** des apports en mercure est obtenue en utilisant

les teneurs moyennes prévues des composantes alimentaires modifiées par le projet (A, C et F) et les teneurs moyennes actuelles des composantes non modifiées par le projet.

Le nombre de repas et leur provenance (lieux de récolte des ressources fauniques) proviennent du questionnaire d'enquête, qui visait la période de quatre mois précédant l'administration du questionnaire, soit de juin à septembre pour Havre-Saint-Pierre, de juillet à octobre pour Longue-Pointe-de-Mingan et d'août à novembre pour Mingan.

Teneurs moyennes actuelles des composantes alimentaires

Les teneurs moyennes actuelles des composantes alimentaires proviennent soit de mesures réalisées dans le cadre de la présente étude d'impact (GENIVAR et Hydro-Québec, 2005), soit d'une revue des données publiées. Les teneurs moyennes retenues ainsi que les sources utilisées sont présentées dans Hydro-Québec (2007*b*).

Teneurs moyennes futures des composantes alimentaires

Par mesure de prudence, les teneurs moyennes des composantes alimentaires modifiées par le projet correspondent aux valeurs maximales prévues, soit celles qui sont prévues à l'aval immédiat des centrales. Il s'agit d'une teneur de 1,09 µg/g (ou mg/kg) chez les poissons non piscivores et de 2,78 µg/g chez les piscivores. Ces valeurs correspondent à des facteurs d'augmentation variant de cinq à huit par rapport aux teneurs actuelles.

Pour la sauvagine benthophage ou omnivore (chassée dans les milieux touchés uniquement), on a utilisé un facteur d'augmentation de 5,5 correspondant à la moyenne des facteurs d'augmentation prévus pour les poissons non piscivores (4,2 pour le grand corégone et 6,8 pour le meunier noir) dans le réservoir de la Romaine 4, où l'augmentation est la plus forte.

Pour la sauvagine piscivore, on a utilisé le facteur moyen d'augmentation prévu pour le grand brochet et le touladi (poissons piscivores) dans le réservoir de la Romaine 4, soit un facteur d'augmentation de 6,1 correspondant à la moyenne de 7,3 et 4,9.

Ces choix représentent un scénario particulièrement pessimiste, car les teneurs prévues chez les poissons sont valables pour des zones relativement restreintes (aval immédiat des centrales) et pour une période de temps relativement courte (de l'ordre de cinq ans). Il s'agit ici encore du « pire scénario probable ».

Scénarios de consommation en conditions futures

Pour estimer l'exposition au mercure en conditions futures des populations concernées par le projet, on a considéré trois scénarios de changement ou de maintien des habitudes de consommation des ressources fauniques. Ces scénarios sont basés sur les habitudes alimentaires actuelles, sur l'intention ou non d'utiliser les réservoirs projetés manifestée par les répondants aux questionnaires, sur les habitudes de récolte et de consommation des populations concernées, sur la perception du risque lié au mercure ainsi que sur l'expérience documentée liée au réservoir de la Sainte-Marguerite 3, situé dans une région similaire à celle du projet de la Romaine. Les données relatives au réservoir de la Sainte-Marguerite 3 indiquent que le développement de la villégiature aux abords du réservoir n'a pas suscité d'intérêt marqué (Hydro-Québec, 2007*a* et 2007*b*).

Scénario 1 : aucun changement dans les habitudes de consommation

Selon ce scénario, la proportion et la quantité de repas consommés de chacune des composantes alimentaires pouvant être une source significative de mercure ne changent pas. Seules changent les teneurs en mercure des composantes alimentaires modifiées par le projet (A, C et F).

Scénario 2 : modification réaliste des habitudes de consommation

Selon ce scénario, une proportion de 10 % du nombre actuel de repas d'ombles de milieux naturels non touchés par le projet (l'omble de fontaine étant de loin l'espèce de poisson actuellement la plus consommée) est remplacée par des poissons des réservoirs (ou de leur aval immédiat) dans une proportion de 40 % par des touladis, de 20 % par des ouananiches, de 20 % par des ombles de fontaine, de 10 % par des grands corégones et de 10 % par des grands brochets. Il s'agit donc d'un remplacement d'une espèce non piscivore par des espèces piscivores dans une proportion de 70 %, ce qui est relativement pessimiste. Compte tenu des renseignements obtenus dans le questionnaire sur les habitudes de récolte et de consommation des ressources fauniques[1], ce scénario de 10 % de remplacement des prises d'ombles semble réaliste. Il est peu probable qu'un changement plus important se produise.

Scénario 3 : modification pessimiste des habitudes de consommation

Le troisième scénario considéré est particulièrement pessimiste et se rapproche du « pire scénario probable ». Il consiste en un remplacement d'une proportion de 25 % du nombre actuel de repas d'ombles de milieux naturels non touchés par le

[1] Il est à noter que le terme « truite » est utilisé pour désigner les ombles dans les rapports de 2007*a* et de 2007*b* d'Hydro-Québec Équipement.

projet par des poissons des réservoirs ou de leur aval immédiat, selon la même proportion d'espèces que le scénario réaliste, soit 70 % d'espèces piscivores et 30 % d'espèces non piscivores.

Pour ces trois scénarios, le remplacement des teneurs actuelles en mercure des composantes modifiées par le projet par les teneurs prévues est appliqué à tous les répondants. Pour les scénarios 2 et 3, le remplacement de repas d'ombles provenant des milieux non modifiés par le projet par 10 % ou 25 % de repas de poissons provenant des milieux modifiés est appliqué aux répondants qui ont indiqué qu'il était assez ou très probable qu'ils iraient pêcher dans les réservoirs projetés ainsi qu'aux membres de leur ménage qui ont participé à l'enquête.

Élaboration des scénarios

La justification de ces scénarios de modification ou non des habitudes de consommation de ressources fauniques est présentée en détail dans Hydro-Québec (2007*b*). Les principales hypothèses posées lors de l'élaboration de ces scénarios sont résumées ici.

On suppose d'abord que la consommation globale (poids ingéré) des divers produits composant l'alimentation des populations concernées demeurera la même qu'à l'heure actuelle. On pose ensuite l'hypothèse que les pêcheurs ayant indiqué un intérêt à se rendre aux réservoirs projetés y pêcheront effectivement. Ainsi, les pêcheurs composant l'échantillon de l'enquête de 2006 sur la consommation des ressources fauniques de même que les membres de leur ménage ayant aussi participé à l'enquête verront modifier, dans une certaine proportion, la provenance et les espèces de poissons issus d'activités de pêche sportive qu'ils consomment. Les pêcheurs sportifs délaisseraient donc quelque peu leurs secteurs actuels de pêche dans la zone d'étude au profit des réservoirs de la Romaine et des tronçons de rivière situés en aval, où ils pourraient capturer la ouananiche et le touladi – des espèces d'intérêt – de même que le grand corégone, l'omble de fontaine et le grand brochet. La route de la Romaine et les rampes de mise à l'eau qui seront aménagées faciliteront l'accès à la Romaine.

Il faut rappeler qu'on projette de mettre en valeur le touladi dans le réservoir de la Romaine 1 et la ouananiche dans le réservoir de la Romaine 4 et que la capacité de production du grand corégone, du touladi et de la ouananiche sera accrue dans la Romaine ; la présence du grand corégone y sera aussi favorisée. Enfin, les conditions de pêche au saumon seront maintenues. Conséquemment, les pêcheurs et les membres de leur ménage consommeraient moins d'ombles, l'espèce la plus consommée, et plus de poissons présents dans la rivière Romaine.

Pour ce qui est des autres ressources fauniques considérées, les récoltes ne seront pas touchées par le projet puisque aucune modification significative n'est prévue dans la zone de l'embouchure de la Romaine. La consommation de la sauvagine, de mollusques et de mammifères marins demeurerait inchangée.

On considère que ces scénarios sont prudents pour plusieurs raisons. L'omble de fontaine sera beaucoup plus facile à pêcher dans le milieu naturel que le touladi ou la ouananiche en réservoir, car la production de ces derniers y sera très faible. Par ailleurs, le corégone est peu consommé et le brochet, peu apprécié. Ces espèces se retrouveront en réservoir, mais avec un succès de pêche prévu assez faible. Il faut noter que les pêcheurs dont on prédit une modification de leur consommation comprennent aussi bien ceux qui ont indiqué qu'il est très probable qu'ils pêcheront dans les réservoirs de la Romaine que ceux qui ont mentionné qu'il est assez probable qu'ils le feront ; dans les deux cas, ces résultats d'enquête expriment des intentions. Enfin, la présence de la route de la Romaine donnera accès non seulement à la rivière Romaine, mais aussi à de nombreux lacs et rivières inaccessibles aux véhicules routiers jusqu'ici. Or, les données d'enquête font ressortir que les lacs et les rivières de l'arrière-pays sont plus fréquentés pour la pêche que ne l'est la Romaine par les populations étudiées.

M12.3 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.

Association Poulin Thériault – Gauthier & Guillemette Consultants. 1993. *Complément de la méthode de caractérisation de la phytomasse appliquée aux complexes Grande-Baleine et La Grande*. Préparé pour Hydro-Québec. 132 p. et ann.

Boisclair, D., et P. Sirois. 1993. « Testing Assumptions of Fish Bioenergetics Models by Direct Estimation of Growth, Consumption, and Activity Rates ». *Transactions of the American Fisheries Society*, nº 122, p. 784-796.

Brouard, D., C. Demers, R. Lalumière, R. Schetagne et R. Verdon. 1990. *Rapport synthèse. Évolution des teneurs en mercure des poissons du complexe hydroélectrique La Grande, Québec (1978-1990).* Montréal, Hydro-Québec et Groupe Environnement Shooner. 100 p.

Brouard, D., J.-F. Doyon et R. Schetagne. 1994. *Amplification of mercury concentration in Lake Whitefish* (*Coregonus clupeaformis*) *downstream from Robert-Bourassa reservoir, James Bay, Québec. In* C. Watras and J.W. Huckabee (dir.). *Proceedings of the International Conference on Mercury Pollution : Integration and synthesis*. Boca Raton (É.-U.), Lewis Publishers, CRC Press, p. 369-380

Castonguay, Dandenault et Associés. 1997. *Étude de l'exposition au mercure des pêcheurs sportifs du complexe La Grande.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Castonguay, Dandenault et Associés. 22 p. et ann.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2001. *Hydro-Québec. Exposition au mercure des pêcheurs sportifs de la Baie-James : enquête de récolte, de consommation et caractérisation du mercure corporel.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Castonguay, Dandenault et Associés. 55 p. et ann.

Dorf, R.C. 1967. *Modern Control Systems*. Reading, Addison-Wesley.

Doyon, J.-F., A. Tremblay et M. Proulx. 1996. *Régime alimentaire des poissons du complexe La Grande et teneurs en mercure dans leurs proies (1993-94).* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, GENIVAR Groupe-conseil. 105 p. et ann.

Doyon, J.-F., et A. Tremblay. 1997. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Phase 1 (1996). Évolution des teneurs en mercure et études complémentaires (secteur ouest).* Montréal, Hydro-Québec et GENIVAR Groupe Conseil. 62 p. et ann.

Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu : océanographie physique et biologique.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.

GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec. 2005. *Projet du complexe de la Romaine. Mercure dans la chair des poissons.* Québec, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec. 67 p. et ann.

Hall, B.D., R.A. Bodaly, R.J.P. Fudge, J.W.M. Rudd et D.M. Rosenberg. 1997. « Food as the dominant pathway of methylmercury uptake by fish ». *Water, Air, and Soil Pollution*, nº 100, p. 13-24.

Harris, R.C., et W.J. Snodgrass 1993. « Bioenergetic Simulations of Mercury Uptake and Retention in Walleye (*Stizostedion vitreum*) and Yellow Perch (*Perca flavescens*) ». *Water Pollution Research Journal of Canada*, vol. 28, nº 1, p. 217-236.

Hewett, S.W., et B.L. Johnson. 1992. *Fish Bioenergetics, Model 2*. Technical Report WIS-SG-92-250. Madison (É.-U.), University of Wisconsin Sea Grant Institute. 32 p. et ann.

Hydro-Québec Équipement. 2007*a*. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel. Le mercure et la santé publique. Exposition au mercure et perception du risque de contamination par le mercure de la population d'Ekuanitshit*. Préparé par Nove Environnement et le Service d'analyse de risque QSAR. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Équipement. 2007*b*. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel. Le mercure et la santé publique. Exposition au mercure et perception du risque de contamination par le mercure des populations de Havre-Saint-Pierre et de Longue-Pointe-de-Mingan*. Préparé par Nove Environnement et le Service d'analyse de risque QSAR. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Korhonen, P., M. Virtanen et T. Schultz. 1995. « Bioenergetic calculation of mercury accumulation in fish ». *Water, Air, and Soil Pollution*, nº 80, p. 901-904.

Montgomery, S. 2000. « Cycle du méthylmercure dans les réservoirs hydroélectriques et les lacs boréaux tel que précisé par la caractérisation biogéochimique de la matière particulaire en suspension et du plancton ». Thèse de doctorat. Montréal, Université du Québec à Montréal. 260 p.

Morrison, K.A., et N. Thérien. 1991. « Experimental evaluation of mercury release from flooded vegetation and soils ». *Water, Air, and Soil Pollution*, nº 56, p. 607-619.

Morrison K.A., et N. Thérien. 1996. « Release of Organic Carbon, Kjeldahl Nitrogen and Total Phosphorus From Flooded Vegetation ». *Water Quality Research Journal of Canada*, vol. 31, nº 2, p. 305-318.

Norstrom, R.J., A.E. Mckinnon et A.S.W. Defreitas. 1976. « A bioenergetics-based model for pollutant accumulation by fish. Simulation of PCB and methylmercury residue levels in Ottawa River yellow perch (*Perca flavescens*) ». *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, nº 33, p. 248.

Organisation mondiale de la santé (OMS). 1990. « Methylmercury ». *Environmental Health Criteria*, nº 101. Genève, OMS, International Programme on Chemical Safety.

Rodgers, D.W. 1993. *Bioenergetics-based models of methylmercury accumulation in fish I : model development and application to yellow perch and lake trout.* Rapport nº 92-273-K. Toronto, Ontario Hydro Research Division. 23 p.

Rodgers, D.W. 1994. « You are what you eat and a little bit more : Bioenergetics-based models of methylmercury accumulation in fish revisited ». *In* C.J. Watras et J.W. Huckabee (dir.). *Mercury Pollution Integration and Synthesis*. Boca Raton (É-U.), Lewis Publishers, p. 427-439.

Rodgers, D.W. 1996. « Methylmercury accumulation by reservoir fish : bioenergetic and trophic effects ». *American Fisheries Society Symposium*, nº 17, p.107-118.

Schetagne, R., J. Therrien et R. Lalumière. 2002. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des teneurs en mercure dans les poissons. Rapport synthèse 1978-2000.* Québec, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec Production. 193 p. et ann.

Schetagne, R., J.-F. Doyon et R. Verdon. 1996. *Rapport synthèse. Évolution des teneurs en mercure dans les poissons du complexe La Grande (1978-1994)*. Montréal, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec. 143 p. et ann.

Schetagne, R., R. Lalumière et J. Therrien. 2005. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution de la qualité de l'eau. Rapport synthèse 1978-2000*. Montréal, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec Production. 168 p. et ann.

Service d'analyse de risque QSAR. 1999. *Évaluation de la dose d'exposition au méthylmercure chez les pêcheurs sportifs du complexe La Grande*. Préparé pour Hydro-Québec. Laval, Service d'analyse de risque QSAR. 31 p. et ann.

Service d'analyse de risque QSAR. 2001. *Évaluation de l'exposition au méthylmercure chez les pêcheurs sportifs de la région de Matagami*. Préparé pour Hydro-Québec. Laval, Service d'analyse de risque QSAR. 47 p. et ann.

Thérien, N. 2004*a*. *Modèle prévisionnel du mercure applicable aux réservoirs hydro-électriques du moyen-nord québécois. Volet modélisation du mercure dans les poissons. Nouvelle version adaptée du logiciel HQHG et version révisée du logiciel HQEAU. Rapport final*. Montréal, Hydro-Québec. 85 p. et ann.

Thérien, N. 2004*b*. *Modèle prévisionnel du mercure applicable aux réservoirs hydro-électriques du moyen-nord québécois. Volet modélisation du mercure dans les poissons. Rapport complémentaire.* Montréal, Hydro-Québec. 46 p. et ann.

Thérien, N. 2005. *Modèle prévisionnel du mercure applicable aux réservoirs hydro-électriques du moyen-nord québécois. Volet modélisation du mercure dans les poissons. Nouvelle version du logiciel HQHG, version révisée du logiciel HQEAU et création du logiciel HQRIV.* Montréal, Hydro-Québec. 53 p. et ann.

Thérien, N. 2006*a*. *HQHG. Modèle prévisionnel du mercure dans les poissons des réservoirs hydro-électriques. Manuel de l'utilisateur. Version 2006*. Montréal, Hydro-Québec Production. 20 p.

Thérien, N. 2006*b*. HQEAU. *Modèle prévisionnel de la qualité de l'eau adaptable aux différents réservoirs hydroélectriques du moyen-nord québécois. Manuel de l'utilisateur. Version 2006*. Montréal, Hydro-Québec Production. 43p.

Thérien, N. 2006*c*. *Modèle prévisionnel du mercure applicable aux réservoirs hydroélectriques Du moyen-nord québécois. Volet modélisation du mercure dans les poissons. Validation et consolidation des logiciels HQEAU et HQHG. Rapport final*. Montréal, Hydro-Québec. 119 p. et ann.

Thérien N., et K. Morrison. 1995. *Détermination des flux de matières en fonction du temps pour des échantillons types de sols inondés sous diverses conditions environnementales contrôlées*. *Lot 1 : Carbone, azote et phosphore. Lot 2 : Anhydride carbonique et méthane. Lot 3 : Mercure volatil, inorganique et méthylique. Lot 4 : épaisseur active des sols. Lot 5 : Biodégradabilité de la tourbe et des sols*. *Rapport final.* Montréal, Hydro-Québec. 133 p.

Therrien, J., et R. Schetagne. 2005. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Optimisation du suivi du mercure dans la chair des poissons*. Montréal, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec. 43 p.

Tremblay, A. 1999. *Bioaccumulation of Methylmercury in Invertebrates from Boreal Hydroelectric Reservoirs*. *In* M. Lucotte, R. Schetagne, N. Thérien, C. Langlois et A. Tremblay (dir.). *Mercury in the Biogeochemical Cycle : Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series. Berlin, Springer Verlag, p. 193-214 (ch. 9).

Tremblay, G., et J.-F. Doyon. 1996. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Démarche méthodologique relative au suivi des teneurs en mercure des poissons*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 30 p. et ann.

Trudel, M., et D. Boisclair. 1994. « Seasonal Consumption by Dace (Phoxinus-EOS X P-Neogaeus). A comparison Between Field and Bioenergetics Model Estimates. » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, nº 51, p. 2558-2567.

University of Wisconsin. 1997. *Fish Bioenergetics 3.0*. Madison (É.-U.), Madison Center for Limnology and University of Wisconsin Sea Grant Institute.

M13 Végétation

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Références

M13.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude a pour objectif de décrire et de cartographier la végétation des milieux terrestres et humides ainsi que les espèces floristiques à statut particulier présentes dans la zone d'étude.

La zone d'étude correspond à la zone d'inventaire du milieu naturel, qui couvre l'ensemble des réservoirs projetés et une bande périphérique de 5 km, incluant le littoral jusqu'aux îles de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine le long du chenal de Mingan. Elle englobe la plus grande partie du bassin versant de la rivière Romaine, de son embouchure dans le golfe du Saint-Laurent au PK 296. Pour la flore vasculaire, la zone d'étude correspond au territoire couvert par la cartographie de la végétation, soit, d'une part, entre 63° et 64° de longitude ouest et, d'autre part, entre 50°10´ et 52° de latitude nord.

Ces études ont permis de caractériser et de cartographier les milieux humides (tourbières, marais, marécages et herbiers aquatiques) et les peuplements forestiers (peuplements résineux, feuillus et mélangés) des milieux terrestres, incluant les espèces floristiques à statut particulier (espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées), et ce, selon les aménagements prévus (secteurs de la Romaine-1 à de la Romaine-4) et les grandes unités physiographiques (plaine côtière et plateau laurentien).

M13.2 Méthodes

Les pages qui suivent résument les méthodes décrites dans les études sectorielles suivantes :

- Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.
- Bouchard, D., et J. Deshaye. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation littorale dans la zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 22 p. et ann.

M13.2.1 Cartographie

La cartographie de la végétation de la zone d'étude a été effectuée à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat-7 ETM+ et du logiciel PCI-Geomatica, version 8.2. Les images utilisées ont été captées en 1999 (1 image : septembre), en 2000 (3 images : juin, août et septembre) et en 2001 (1 image : août). Les images, d'une résolution de 15 m en mode panchromatique et de 30 m en mode multispectral, ont été orthorectifiées, géoréférencées et corrigées sur le plan radiométrique. Une série de prétraitements spectraux ont été effectués pour dégager visuellement les grands ensembles végétaux. Par la suite, différentes étapes de classification non super-

visée, effectuée par le logiciel, ont produit des classes spectrales pouvant être assignées à des types d'élément du milieu, comme les grands plans d'eau, ou à des types définis de végétation. Pour valider certaines de ces classes et pour orienter la classification supervisée, on a utilisé principalement l'information suivante :

- les données des campagnes de terrain, qui ont permis de documenter 33 parcelles de validation et 289 km de transects à partir d'environ 340 diapositives ;
- la couverture photographique aérienne en noir et blanc du milieu touché par le complexe de la Romaine, d'août 1999 à l'échelle de 1 : 15 000, de septembre et d'octobre 1999 à l'échelle de 1 : 20 000, d'août 2001 à l'échelle de 1 : 15 000 et d'août 2003 à l'échelle de 1 : 15 000 ;
- les polygones des incendies de 2003, fournis par la Direction de la conservation des forêts du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, et ceux de 2005, tracés à l'occasion d'un survol par une équipe d'Hydro-Québec.

La classification supervisée, effectuée à l'aide des outils de validation, a permis d'associer chacune des classes produites par la classification non supervisée à un des 30 types de milieux ou classes de végétation retenus pour l'ensemble de la zone d'étude. De façon générale, ces classes se répartissent comme suit :

- les peuplements résineux (6 classes) ;
- les peuplements mélangés (2) ;
- les peuplements feuillus (1) ;
- les arbustaies et les espaces en régénération (4) ;
- les espaces perturbés (3) ;
- les espaces dénudés (3) ;
- les milieux humides (9) ;
- les milieux aquatiques (2).

La photo-interprétation des milieux humides de la zone d'étude a été réalisée à l'aide des photographies aériennes prises d'août 1999 à août 2003 ainsi que d'images aériennes géoréférencées à l'échelle de 1 : 5 000 obtenues au cours de l'été 2004. Les milieux humides de superficie supérieure à environ 0,5 ha, soit de taille suffisante pour être détectés par photo-interprétation, ont été vectorisés et classés en tourbière ombrotrophe (*bog*), tourbière minérotrophe (*fen*), marécage, marais ou eaux peu profondes avec herbiers aquatiques. Ces vecteurs ont été ajoutés à la classification satellitaire des milieux terrestres.

Toute l'information relative aux classes de végétation et aux types de milieux a été cartographiée à l'échelle de 1 : 100 000 (voir les cartes F et G).

M13.2.2 Inventaires et analyses

M13.2.2.1 Milieux terrestres

Les travaux d'inventaire de la végétation terrestre se sont déroulés entre le 14 et le 26 août 2004. Les stations d'inventaire de la végétation ont été choisies par échantillonnage au jugé (Scherrer, 1984). Chaque station a fait l'objet d'un relevé de toutes les strates de végétation et de l'abondance des espèces ainsi que d'une description des paramètres abiotiques, tels que la nature et la texture du dépôt, le drainage, la pierrosité, la pente et l'exposition. On a noté les coordonnées géographiques de chaque station à l'aide d'un appareil GPS. La prise de photographies a complété l'inventaire. En tout, 25 stations d'inventaire de la végétation ont ainsi été établies en 2004. S'y sont ajoutées 8 stations constituées en 2001 dans le secteur de la Romaine-1, selon la même méthode (Bouchard et coll., 2002).

M13.2.2.2 Milieux humides

L'inventaire de la végétation des milieux humides s'est déroulé entre le 14 et le 26 août 2004 et entre le 8 et le 25 août 2005. Les stations d'inventaire ont été choisies par échantillonnage au jugé (Scherrer, 1984) ainsi que parmi les stations d'inventaire des amphibiens et reptiles (Fortin et Ouellet, 2005) et des oiseaux (Benoit, 2005 ; Benoit et coll., 2005). Dans les milieux tourbeux, tous les biotopes ont fait l'objet d'un relevé. Dans les milieux riverains et côtiers, des stations ont été définies le long de transects où chaque formation végétale distincte faisait l'objet d'un relevé. Les relevés comprenaient la détermination des espèces présentes, la mesure de la largeur de la bande de végétation ainsi qu'une description des variables du milieu, soit la morphométrie et la stabilité de la rive, la vitesse du courant, la texture des matériaux de surface et le drainage. Le choix des stations en milieu côtier a principalement tenu compte de la nature des dépôts et de la distance par rapport à l'embouchure de la Romaine. On a noté les coordonnées géographiques des stations à l'aide d'un GPS. La prise de photographies a complété l'inventaire. Un total de 18 stations en tourbière et de 25 stations en milieu riverain ont été établies en 2004 dans la zone d'étude. En 2005, 26 stations ont été inventoriées sur la côte et autour de certaines des îles de Mingan. S'y sont ajoutées 8 stations en tourbière et 7 stations en rive constituées dans le secteur de la Romaine-1 en 2001.

Les fonctions et les valeurs des milieux humides ont été déterminées à l'aide du *Guide d'évaluation des terres humides* (Bond et coll., 1992), de la *Directive pour les évaluations environnementales relatives aux milieux humides* (Milko, 1998) et des données provenant de différentes études sectorielles réalisées dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement. Pour mieux comprendre la fonction d'habitat terrestre et aquatique pour certaines espèces fauniques, on a réalisé des études supplémentaires sur l'utilisation des milieux humides par la faune terrestre et semi-aquatique (Tecsult, 2005) et par l'herpétofaune (Fortin et Ouellet, 2005). Leurs méthodes détaillées sont présentées dans les méthodes 14 et 15.

M13.2.2.3 Espèces à statut particulier

La mise à jour des connaissances sur les espèces floristiques à statut particulier a été effectuée auprès du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), de manière à déterminer la présence éventuelle de ces plantes dans la zone d'étude. On a aussi consulté les cartes de répartition et la liste des plantes menacées ou vulnérables du Québec (Labrecque et Lavoie, 2002) de même que les listes des plantes vasculaires rares ou en péril du Canada (Argus et Pryer, 1990 ; COSEPAC, 2005). Outre les données recueillies en 2001 (Bouchard et coll., 2002) ainsi qu'en 2004 et en 2005 dans le contexte de la présente étude, les principales sources de renseignements ont été, d'une part, les travaux de Dutilly et Lepage (1964), de Marie-Victorin et Rolland-Germain (1969), de Gardner (1973), de Lavoie (1984), de Gérardin et coll. (1984) et de Gauthier et coll. (1998) ainsi que, d'autre part, les inventaires réalisés en 1975 par P. Morisset et G. Lemieux (Lemieux, 1975) et entre 1978 et 1981 par la Direction du patrimoine écologique et du développement durable du ministère de l'Environnement du Québec (communication personnelle de V. Gérardin). Les données proviennent aussi, pour une large part, de la consultation d'herbiers majeurs du Québec et du Canada, soit ceux du gouvernement du Québec, de l'Université Laval, du Centre de foresterie des Laurentides, de l'Université de Sherbrooke, de l'Institut de recherche en biologie végétale, de l'Université McGill, de l'Université du Québec à Trois-Rivières, d'Agriculture Canada et du Musée national du Canada.

Méthode d'inventaire

La méthode d'inventaire des plantes vasculaires d'intérêt s'apparente à un plan d'échantillonnage non aléatoire au jugé (Scherrer, 1984). Cette méthode augmente les chances d'observer les plantes rares qui, par définition, sont toujours sous-échantillonnées par les techniques habituelles (Frontier, 1983). Les habitats présentant un certain potentiel sont essentiellement des habitats ouverts, tels que les abrupts et les talus d'éboulis, les milieux riverains et les tourbières. Les habitats susceptibles d'abriter des plantes d'intérêt ont été sélectionnés principalement par photo-interprétation et à la faveur des survols héliportés effectués à l'occasion de la validation des images satellites. La priorité était accordée aux habitats qui pourraient être touchés par les travaux.

Les missions de terrain ont été effectuées dans l'ensemble de la zone d'étude. Elles ont eu lieu du 14 au 20 juillet 2001 (Bouchard et coll., 2002), du 25 juin au 8 juillet et du 13 août au 2 septembre 2004 ainsi que du 8 au 25 août 2005. Au total, 195 points au sol ont été inventoriés.

Lorsqu'une population d'une plante d'intérêt était découverte, un relevé était rédigé selon les normes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, qui comprennent les éléments suivants : taille et étendue de la population, liste des plantes compagnes avec indices d'abondance,

structure de la formation végétale, description de l'habitat, photographies et, si possible, récolte de spécimens justificateurs. Ces spécimens ont par la suite été soumis à un herbier institutionnel pour vérification des identifications.

M13.3 Références

Argus, G.W., et K.M. Pryer. 1990. *Les plantes vasculaires rares du Canada. Notre patrimoine naturel.* Ottawa, Musée canadien de la nature. 146 p. et ann.

Benoit, R. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Sauvagine et autres oiseaux aquatiques*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 169 p. et ann.

Benoit, R., C. Latendresse et F. Bédard. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux forestiers*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 95 p. et ann.

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 nº 1992-1. Ottawa, Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada). 113 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation littorale dans la zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 22 p. et ann.

Bouchard, D., J. Deshaye et C. Fortin. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la végétation et des espèces floristiques et fauniques menacées ou vulnérables*. Préparé pour Hydro-Québec Ingénierie, approvisionnement et construction. Québec, FORAMEC. 64 p. et ann.

Comité sur la situation des espèces en péril du Canada (COSEPAC). 2005. *Espèces en péril.* En ligne : [http://www.cosewic.gc.ca].

Dutilly, A., et E. Lepage. 1964. « Randonnée botanique à travers la péninsule Québec-Labrador ». *Le Naturaliste canadien*, nº 91, p. 197-240.

Fortin, C., et M. Ouellet. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 34 p. et ann.

Frontier, S. 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Paris, Masson et Presses de l'Université Laval. 494 p.

Gardner, G. 1973. *Catalogue analytique des espèces végétales du Québec arctique et subarctique et quelques autres régions du Canada*. Montréal. 142 p.

Gauthier, R., M. Garneaui et C. Roy. 1998. *Rapport d'herborisation sur la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent en juillet 1996*. Herbier Louis-Marie, documents floristiques nº 2. Québec, Université Laval. 30 p.

Gérardin, V., P. Grondin et M. Lebel. 1984. *Distribution et description des tourbières de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord*. Série L'inventaire du capital-nature de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord, nº 4. Québec, Ministère de l'Environnement du Québec. 139 p. et ann.

Labrecque, J., et G. Lavoie. 2002. *Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec*. Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du patrimoine écologique et du développement durable. 29 p. et ann.

Lavoie, G. 1984. *Contribution à la connaissance de la flore vasculaire et invasculaire de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord, Québec/Labrador*. Provancheria nº 17. Québec, Université Laval. 150 p.

Lemieux, G. 1975. « La végétation dans le cadre de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine (comté Duplessis) et de la diversion de la partie supérieure du bassin vers celui de la rivière Hamilton (Labrador) ». Non publié.

Marie-Victorin, F., et F. Rolland-Germain. 1969. *Flore de l'Anticosti-Minganie*. Montréal, Presses de l'Université de Montréal. 527 p.

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. 20 p.

Scherrer, B. 1984. *Biostatistique*. Chicoutimi, Gaëtan Morin éditeur. 739 p. et ann.

Tecsult. 2005. *Complexe de la Romaine. Inventaire de l'utilisation par la faune des milieux humides, des espèces fauniques menacées ou vulnérables et des colonies de castor*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

M14 Faune terrestre et semi-aquatique

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Références

M14.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude vise à établir la répartition des espèces de la petite faune et de la grande faune, y compris les espèces à statut particulier, dans le bassin versant de la rivière Romaine. L'effectif, la densité et la structure de la population de certaines espèces ont également été déterminés. On a aussi, dans certains cas, décrit les habitats fréquentés, défini les préférences d'habitat et déterminé le potentiel d'habitat dans la zone d'étude.

La zone d'étude comprend, de l'amont vers l'aval, les réservoirs projetés de la Romaine 4 à la Romaine 1 (niveau d'exploitation maximal) ainsi que, pour chacun d'eux, une bande périphérique d'une largeur de 2 km pour la petite faune et les espèces à statut particulier et de 5 km pour l'orignal[1] et le caribou.

Certains secteurs supplémentaires ont également été couverts. Il s'agit d'une portion du bassin versant résiduel de la Romaine où neuf parcelles de 100 km^2, situées à l'extérieur de la bande de 5 km, ont fait l'objet d'échantillonnages aléatoires ciblant l'orignal et le caribou. S'ajoutent une bande de 1 km de part et d'autre de la Romaine en aval du barrage de la Romaine-1 (PK 0-52,5), pour la grande faune, le castor et les espèces fauniques à statut particulier, ainsi que le tronçon de la Romaine situé entre la limite amont du réservoir de la Romaine 1 (PK 81,8) et le point de sortie du canal de fuite de la centrale de la Romaine-2 (PK 83,7), pour le castor.

On a consigné les observations d'ours noirs au cours des déplacements effectués durant les inventaires de l'utilisation par la faune des milieux humides et des colonies de castors, puis de la caractérisation des aires de mise bas du caribou.

M14.2 Méthodes

Les textes qui suivent résument les méthodes décrites dans les études sectorielles suivantes :

- Tecsult. 2005*a*. *Complexe de la Romaine. Étude de la grande faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.
- Tecsult. 2005*b. Complexe de la Romaine. Étude de la petite faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.
- Tecsult. 2005*c. Complexe de la Romaine. Inventaire de l'utilisation par la faune des milieux humides, des espèces fauniques menacées ou vulnérables et des colonies de castors*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.
- Tecsult. 2006. *Complexe de la Romaine. Caractérisation des sites de mise bas du caribou*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

[1] Le nom latin des espèces fauniques est présenté à l'annexe E, dans le volume 8.

M14.2.1 Grande faune

M14.2.1.1 Orignal et caribou

Mise à jour de l'information

On a mis à jour l'information concernant les populations d'orignaux et de caribous (densité, structure de population et productivité) dans la zone d'étude aux fins de comparaison avec d'autres inventaires aériens. Les résultats de la chasse sportive dans le bassin versant de la Romaine ont été obtenus du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF, fichier de récolte de la grande faune) pour les années 2000 à 2004. La documentation pertinente a également été consultée.

Inventaires

Les populations d'orignaux et de caribous ont été recensées lors d'inventaires aériens hivernaux effectués en 2000 dans le secteur de la Romaine-4 (Massé et coll., 2000*b*) et en 2004 dans les secteurs de la Romaine-1, de la Romaine-2 et de la Romaine-3. En 2004, on a inventorié de façon complète chaque réservoir projeté et une bande périphérique de 5 km à l'aide de virées équidistantes de 500 m d'orientation nord-sud ; on a aussi fait l'inventaire d'une bande de 1 km de part et d'autre de la rivière Romaine en aval du barrage de la Romaine-1, entre l'embouchure et la Grande Chute (PK 0-52,5). Lors des inventaires de la grande faune, les pistes de loups et de lynx ont également été relevées afin d'améliorer les connaissances sur ces espèces. Les loups et les lynx sont relativement difficiles à détecter au cours des inventaires de la petite faune parce qu'ils possèdent de grands domaines vitaux, alors que leurs pistes sont facilement identifiables à l'occasion des inventaires de la grande faune.

Comme le territoire survolé en 2000 dans le secteur de la Romaine-4 déborde de la zone d'étude actuelle, une extraction des données correspondant à celle-ci pour ce secteur a été nécessaire. Pour les secteurs de la Romaine-1, de la Romaine-2 et de la Romaine-3, les limites des zones d'inventaire de l'hiver 2004 ont été établies en fonction des limites des réservoirs projetés définies en janvier 2004. En novembre 2004, les limites des réservoirs ont changé et les zones inventoriées englobaient complètement la zone d'étude retenue pour la rédaction des études sectorielles. La couverture d'inventaire était donc complète et les résultats présentés dans les études sectorielles ont été établis selon les limites de novembre 2004.

Les limites des réservoirs ont été redéfinies en juillet 2005, ce dont tient compte la présente étude d'impact. Les nouvelles limites modifient la superficie des différents secteurs d'étude. En particulier, les limites de certaines bandes périphériques de 5 km ont été repoussées au-delà des zones inventoriées en 2004. Ainsi, l'inventaire ne couvre pas la totalité des nouvelles bandes périphériques de 5 km entourant les

réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et de la Romaine 3. Dans ces trois sous-secteurs, les paramètres de populations observés dans la zone inventoriée ont donc été extrapolés à la superficie actuelle des espaces d'étude. Tous les résultats de densité et de populations ainsi que la superficie des habitats attribués aux classes de potentiel dans chaque secteur ont été recalculés selon les limites des réservoirs établies en juillet 2005. Par conséquent, les limites des réservoirs projetés et les résultats contenus dans la présente étude d'impact ne correspondent plus à ceux que présentent les études sectorielles.

En 2004, on a également inventorié neuf parcelles-échantillons de 100 km^2 (10 km sur 10 km), positionnées aléatoirement dans la portion étudiée du bassin versant résiduel de la Romaine, dans le but de détecter des caribous. Dans ces parcelles, les virées étaient équidistantes de 2 km, ce qui permet de détecter environ 90 % des réseaux de pistes et 94 % des caribous présents (Courtois et coll., 2001). Un plan de sondage aléatoire a servi à l'estimation de la densité, avec une fraction d'échantillonnage de 11 %.

Les inventaires aériens ont été réalisés du 15 au 26 février 2000 dans le secteur de la Romaine-4 et du 10 au 19 février 2004 dans les secteurs de la Romaine-3, de la Romaine-2 et de la Romaine-1 ainsi que dans le bassin versant résiduel. Les inventaires se sont déroulés selon les *Normes régissant les travaux d'inventaires aériens de l'orignal* publiées par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (aujourd'hui le ministère des Ressources naturelles et de la Faune) (Courtois, 1991). Ainsi, on a effectué la majorité des survols entre 9 h 30 et 15 h 45 afin de respecter un degré d'ombrage inférieur à 50 % de couverture dans les trouées, avec un ciel dégagé et un vent inférieur à 50 km/h. On a eu recours à des hélicoptères de type A-Star 350 BA et, en de rares occasions durant l'hiver 2004, à des hélicoptères de type A-Star 350 D. Les survols ont été effectués par une équipe composée de deux observateurs et d'un navigateur-observateur, à une hauteur moyenne d'environ 80 m et à une vitesse moyenne d'environ 140 km/h selon le couvert, le relief et l'espacement entre les virées.

Un inventaire aérien des aires de mise bas du caribou a eu lieu du 7 au 21 juin 2005. On a inventorié toute la superficie des réservoirs projetés à l'aide de virées équidistantes de 500 m d'orientation nord-sud ainsi qu'une bande de 1 km de part et d'autre de la rivière Romaine en aval du barrage de la Romaine-1 à l'aide de virées à 500 m de la rive à l'intérieur des terres et d'une virée dans le centre de la rivière. Dans les bandes périphériques de 5 km associées aux réservoirs projetés, 24 parcelles de 4 km sur 5 km ont été inventoriées à l'aide de virées aux 500 m selon un plan de sondage stratifié.

On a d'abord élaboré un modèle de potentiel de l'habitat de mise bas du caribou dans la zone d'étude, en s'appuyant sur la documentation scientifique (Courtois, 2003 ; Seip, 1992 ; Gauthier et Guillemette Consultants, 1991 ; Bergerud et coll., 1990 ; Gauthier et coll., 1989 ; Bergerud, 1985) de même que sur la détermination

des habitats clés pour la période de la mise bas dans le bassin versant de la Romaine. Par la suite, on a disposé douze parcelles d'inventaire pour chacune des classes de potentiel fort et moyen, selon la possibilité de positionnement dans les secteurs étudiés. Les réservoirs les plus étendus ont donc vu leurs bandes périphériques inventoriées de façon plus intensive. Les survols ont été réalisés par une équipe composée de deux observateurs et d'un navigateur-observateur, à une vitesse moyenne de 94 km/h et à une hauteur moyenne de 81 m, à bord d'hélicoptères de type A-Star 350 (BA ou D).

Analyses

Après les inventaires hivernaux, comme on avait effectué un dénombrement complet dans les quatre réservoirs projetés et dans la bande périphérique entourant le réservoir de la Romaine 4, on a déterminé directement l'effectif total, la densité et la structure de population (pourcentage de mâles adultes, de femelles adultes et de faons) de l'orignal et du caribou à partir des données recueillies lors des survols. Aucune erreur d'échantillonnage n'est donc été prise en considération.

Dans le cas de la bande périphérique de 5 km des trois autres réservoirs, comme le dénombrement y a été quasi exhaustif (78 % de la Romaine-1 et 99 % de la Romaine-2 et de la Romaine-3), les densités de population calculées dans la portion inventoriée sont considérées comme représentatives de la portion non inventoriée et aucune erreur d'échantillonnage n'a donc été prise en considération. Pour le bassin versant résiduel, l'erreur associée aux données est celle d'un échantillonnage aléatoire stratifié (Cochran, 1977). On a obtenu les structures de population ainsi que les indices de productivité (nombre de mâles adultes et de faons par 100 femelles adultes) à partir de la catégorie d'âge (adultes et faons) et du sexe des animaux observés lors des inventaires aériens. On a calculé la densité des orignaux pour une superficie de 10 km^2 et celle des caribous pour une superficie de 100 km^2, compte tenu des faibles densités constatées de cette dernière espèce.

En raison de certains facteurs pouvant limiter la détection des réseaux de pistes (couvert forestier, conditions de neige, ensoleillement, etc.), on a appliqué un facteur de correction, ou taux de visibilité, aux densités et aux populations calculées. Dans le cas de l'orignal, ces taux de visibilité ont été de 93 % dans les secteurs de virées aux 500 m et de 82 % dans les secteurs de virées aux 2 km (Courtois et Potvin, 1993 ; Paré, 1994). Dans le cas du caribou, ces facteurs de correction ont été respectivement de 94 % et de 90 % (Courtois et coll., 2001).

Aux fins de l'analyse, on a considéré tous les caribous observés comme appartenant à l'écotype forestier. Il est cependant possible que certains caribous de l'écotype toundrique utilisent sporadiquement la partie nord de la zone d'étude. Des données de suivi télémétrique satellitaire signalent en effet la présence au cours de l'hiver

2003 de deux caribous toundriques, portant des colliers émetteurs, à environ 70 km au nord-ouest de la zone d'étude (Canada, Ministère de la Défense nationale, et coll., 2004).

La description des habitats hivernaux fréquentés par les orignaux et les caribous a été effectuée au moyen d'un vol sur place au moment du recensement des réseaux de pistes (récents et anciens). Les limites de chaque réseau de pistes et des pistes individuelles d'orignaux et de caribous ont été numérisées à l'aide du logiciel Arc-Info. On a déterminé la superficie occupée par les différents habitats à l'intérieur des réseaux de pistes à l'aide de la cartographie numérique de la végétation élaborée à partir d'images satellitaires (Bouchard et Deshaye, 2005). La cartographie numérique de la végétation réalisée en 2000 par Tecsult Environnement (2000) a fourni les données sur la portion du secteur nord du bassin versant n'ayant pas été couverte par Bouchard et Deshaye (2005).

Dans le cas de l'orignal, on a combiné les données numériques sur la végétation en treize catégories d'habitat selon les besoins de l'espèce, qui sont particulièrement axés sur la nourriture (brout) et sur le couvert de protection contre la prédation et les conditions climatiques :

- peuplement résineux fermé (sapinière à mousses, pessière noire à sapin et mousses, pessière noire à mousses fermée et pessière noire à lichens fermée) ;
- peuplement résineux ouvert (pessière noire à mousses ouverte et pessière noire à lichens ouverte) ;
- peuplement mélangé à dominance résineuse ;
- peuplement mélangé à dominance feuillue ;
- peuplement feuillu (bétulaie et tremblaie) ;
- arbustaie à dominance résineuse ;
- espace en régénération avec feuillus et marécages (arbustaie à dominance feuillue, arbustaie mélangée ouverte et marécage) ;
- lande (lichénaie et espace dénudé avec éricacées) ;
- espace fortement perturbé (brûlis récent et zone d'épidémie grave) ;
- zone d'épidémie partielle ;
- tourbière et marais ;
- eau (eaux peu profondes avec herbiers, plan d'eau, eaux turbides, haut-fond et rapides) ;
- milieu improductif (élément anthropique et espace dénudé sec).

En ce qui concerne le caribou, on a établi seize classes selon les besoins de l'espèce en matière de peuplements d'alimentation et de protection contre les prédateurs :

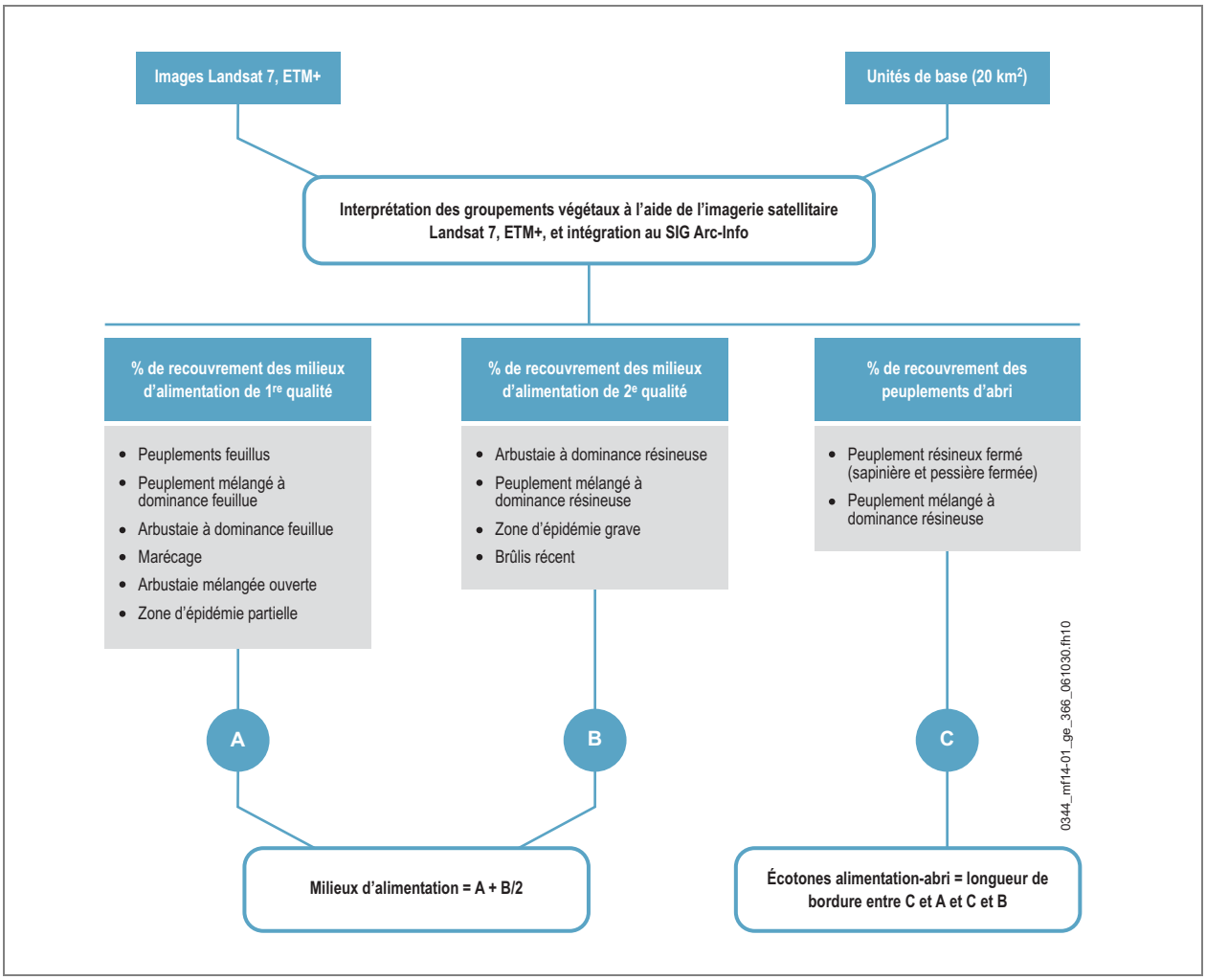
- sapinière à mousses ;
- pessière noire à sapin et mousses ;
- pessière noire à mousses ouverte ;
- pessière noire à mousses fermée ;
- pessière noire à lichens ouverte ;
- pessière noire à lichens fermée ;
- peuplement mélangé (à dominance résineuse et à dominance feuillue) ;
- peuplement feuillu ;
- arbustaie, espace en régénération et marécage (arbustaie à dominance résineuse, arbustaie à dominance feuillue, arbustaie mélangée ouverte et marécage) ;
- lichénaie ;
- espace perturbé (brûlis récent et zone d'épidémie grave ou partielle) ;
- tourbière sans lichens (ombrotrophe, ombrotrophe boisée, ombrotrophe à mares, minérotrophe et minérotrophe boisée) et marais ;
- tourbière ombrotrophe à lichens ;
- eau (eaux peu profondes avec herbiers, plan d'eau, eaux turbides, haut-fond et rapides) ;
- espace dénudé (espace dénudé sec et espace dénudé avec éricacées) ;
- élément anthropique.

Dans le cas de l'orignal, on a fondé la détermination du potentiel d'habitat sur l'abondance des peuplements d'alimentation, des écotones entre les peuplements d'alimentation et d'abri, de même que des zones de faible altitude dans la zone d'étude. Plus précisément, on a divisé la zone d'étude en 871 unités de base de 20 km^2. Cette taille d'unité de base a été retenue parce que, selon Dussault et coll. (2002), la relation entre la préférence d'habitat hivernal et l'indice de qualité d'habitat (IQH) est plus forte pour des parcelles de 20 km^2. On a déterminé le recouvrement de chaque unité par les peuplements d'alimentation et d'abri à l'aide du progiciel ArcView en vue d'obtenir un indice lié à la composante végétale (voir la figure M14-1. Pour obtenir l'indice lié à l'altitude, on a élaboré un modèle numérique de terrain (Digital Elevation Model ou DEM) avec Arc-Info afin de produire, pour chaque unité, des classes d'altitude aux 25 m ensuite redéfinies en classes d'altitude aux 20 m.

Le potentiel final de chaque unité a été déterminé à la fois selon l'indice lié à la composante végétale (abondance des peuplements d'alimentation et des écotones) et selon l'indice lié à la composante altitudinale. On a appliqué une pondération aux indices de façon à donner un poids plus important à la variable alimentation

(alimentation : 0,60 ; écotones : 0,20 ; altitude : 0,20). La nourriture serait en effet un facteur limitant plus important que la prédation dans le bassin versant de la rivière Romaine. Selon cette évaluation, on a attribué à chacune des 871 unités une classe de potentiel variant de nulle à très faible à élevée en appliquant (par addition ou soustraction) un écart type à la moyenne des indices. Le modèle a été validé par une analyse de sélection des habitats hivernaux par l'orignal, à l'aide de la méthode de Neu et coll. (1974).

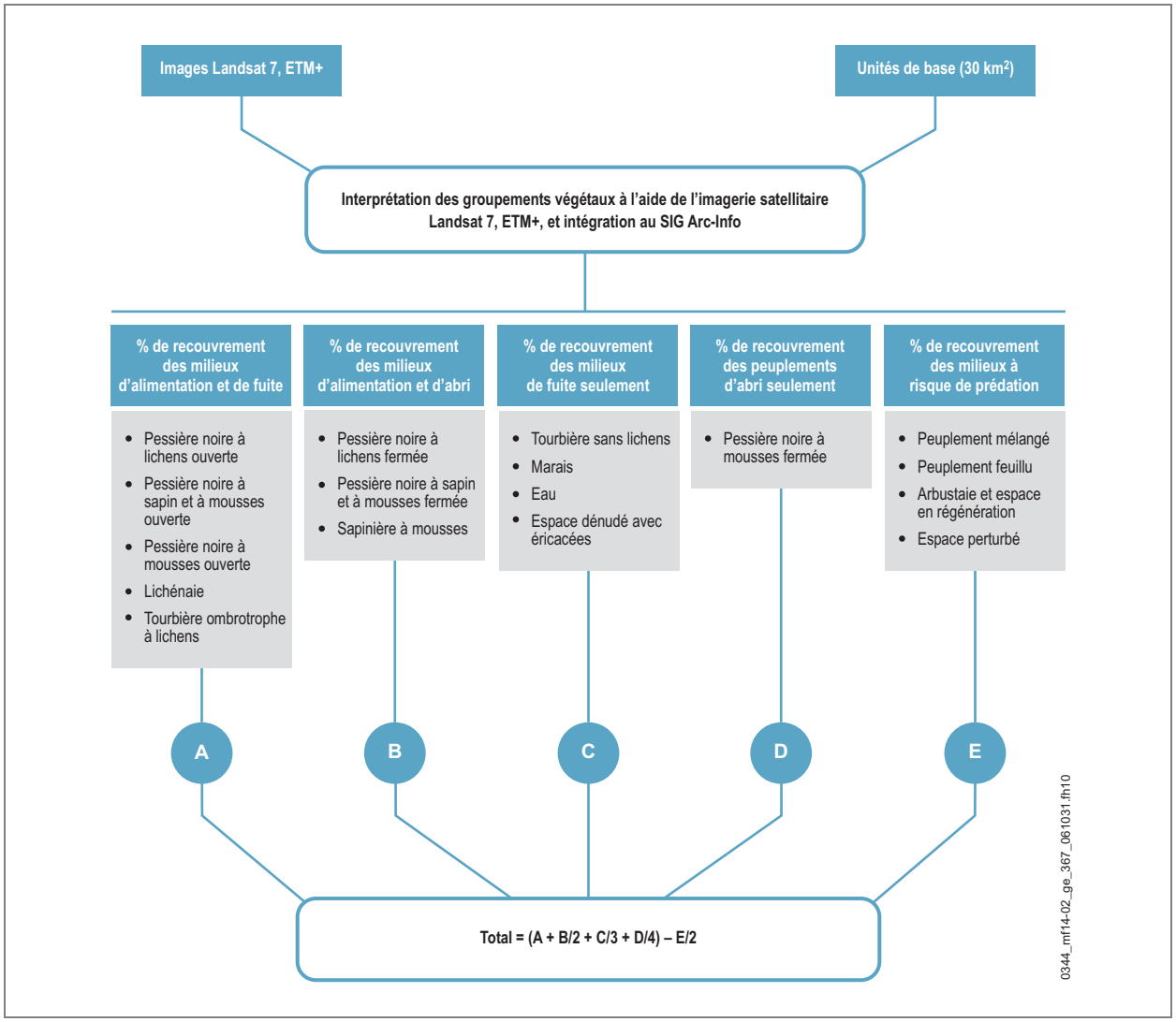
Figure M14-1 : Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat hivernal de l'orignal



Pour ce qui est du caribou, on a fondé le modèle de potentiel de l'habitat hivernal sur l'abondance des peuplements d'alimentation et des zones de haute altitude. Comme pour l'orignal, le modèle inclut un indice lié à la composante végétale et un autre lié à l'altitude. Les unités de base aux fins de l'évaluation du potentiel étaient des carrés de 30 km^2, correspondant au domaine vital hivernal moyen des caribous dans une région voisine, au nord de l'aménagement hydroélectrique de Manic-5

(Courtois, 2003). Dans le modèle de potentiel, on a divisé les valeurs de recouvrement des différentes catégories d'habitat par un dénominateur croissant à mesure qu'elles diminuaient pour le caribou (voir la figure M14-2). Selon les indices calculés, on a réparti les unités de 30 km^2 dans les classes de potentiel fort, moyen, faible et nul à très faible, en fonction de la moyenne et de l'écart type des indices liés aux composantes végétale et altitudinale calculés pour les 594 unités de base. Ensuite, on a appliqué une pondération de respectivement 0,75 et 0,25 aux indices liés aux composantes végétale et altitudinale, car le caribou rechercherait d'abord de la nourriture, donc de la végétation. Afin de valider le modèle de potentiel d'habitat, la sélection de l'habitat selon la méthode de Neu et coll. (1974) a été analysée en fonction des réseaux de pistes de caribous observés lors des inventaires aériens de 2000 et de 2004.

Figure M14-2 : Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat hivernal du caribou



La répartition des habitats à fort potentiel pour l'orignal et le caribou obtenue à partir des modèles appliqués aux données de 2004 est très semblable à la répartition obtenue avec les données de 2000 relatives au bassin supérieur de la Romaine (Massé et coll., 2000*b*). L'utilisation d'un nombre accru de variables pourrait cependant expliquer la plus grande précision du modèle de 2004. La validation des deux modèles à partir des données d'inventaire indique qu'ils représentent un outil efficace permettant de cartographier les habitats propices à l'orignal et au caribou dans le bassin versant de la Romaine.

En ce qui concerne l'inventaire des aires de mise bas du caribou, on a situé tous les caribous, orignaux et ours noirs aperçus et déterminé leur catégorie d'âge et leur sexe. On a également décrit l'habitat fréquenté dans un rayon de 500 m autour du point d'observation de l'animal, en notant la composition végétale, l'exposition, la pente et le relief général. Les observateurs ont estimé visuellement la composition végétale et l'ont répartie dans les quinze catégories suivantes :

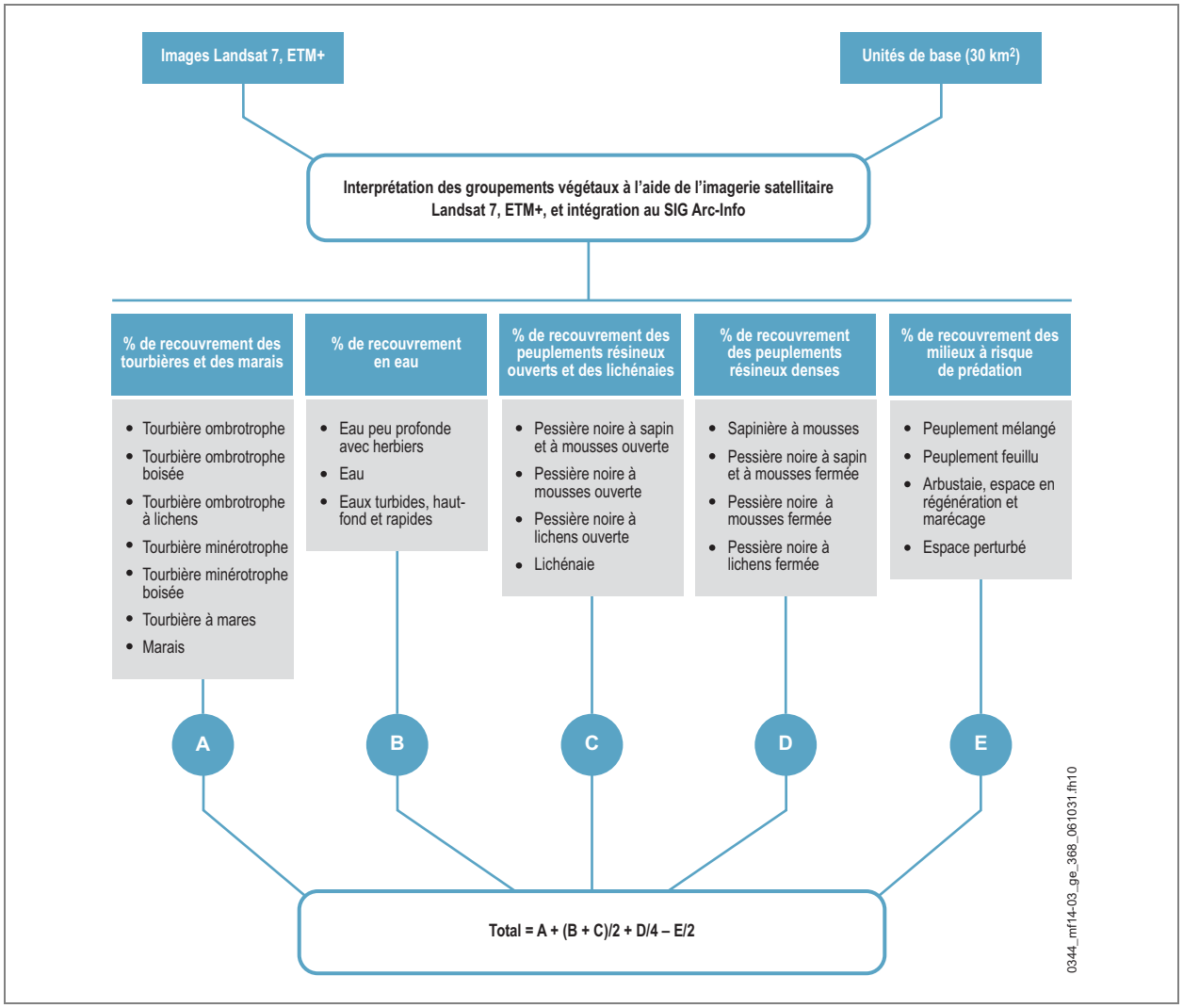
- sapinière à mousses ;
- pessière noire à sapin et mousses ;
- pessière noire à mousses ;
- pessière noire à lichens ;
- peuplement mélangé ;
- peuplement feuillu ;
- arbustaie, espace en régénération et marécage ;
- lichénaie ;
- tourbière sans lichens ;
- tourbière ombrotrophe à lichens ;
- eau ;
- espace dénudé sec ;
- espace dénudé avec éricacées ;
- élément anthropique ;
- autre (brûlis récent, zone d'épidémie et marais).

On a en outre évalué la densité des sept premières catégories de couvert végétal (fermé ou ouvert).

Le modèle de potentiel de l'habitat de mise bas du caribou est fondé sur les habitats où les caribous sont à l'abri des prédateurs (milieux ouverts et en altitude) et peuvent trouver de la nourriture au printemps. Comme le modèle hivernal, il inclut un indice végétal et un indice altitudinal et est appliqué à des unités de base de 30 km^2. On a aussi divisé les valeurs de recouvrement des différentes catégories d'habitat par un dénominateur croissant à mesure qu'elles diminuaient (voir la figure M14-3). Selon les indices calculés, on a réparti les unités de 30 km^2 dans les

classes de potentiel fort, moyen, faible et nul à très faible, en fonction de la moyenne et de l'écart type des indices liés aux composantes végétale et altitudinale calculés pour les 594 unités de base. Ensuite, on a appliqué une pondération de respectivement 0,70 et 0,30 aux indices liés aux composantes végétale et altitudinale. On croit en effet que le facteur de prédation prend plus de place pendant la période de la mise bas que durant l'hiver et que les milieux situés en altitude sont alors légèrement mieux représentés. Le repérage de femelles suitées (accompagnées de jeunes de l'année) durant la période de la mise bas devait servir à valider ce modèle.

Figure M14-3 : Méthode de calcul de la composante végétale entrant dans l'évaluation du potentiel de l'habitat de mise bas du caribou



M14.2.1.2 Ours noir

Mise à jour de l'information

On a mis à jour les données relatives aux populations d'ours noirs dans la zone d'étude afin de les comparer avec celles d'autres inventaires aériens. Les prélèvements par la chasse sportive et le piégeage dans la zone d'étude ont été obtenus auprès du MRNF (fichier de récolte de la grande faune) pour les années 2000 à 2004. La documentation scientifique a également été consultée.

Inventaires

On n'a réalisé aucun inventaire de l'ours noir en particulier. Les observations d'ours noirs ou d'indices de leur présence ont été notées au cours des déplacements en hélicoptère durant les inventaires de l'utilisation par la faune des milieux humides, des espèces à statut particulier (du 24 août au 24 septembre 2004) et des colonies de castors (du 19 au 29 octobre 2004), puis lors de l'inventaire des aires de mise bas du caribou (du 7 au 21 juin 2005). De plus, les autres spécialistes en environnement présents sur dans la zone d'étude ont été invités à signaler des observations d'ours noirs. L'emplacement des ours noirs et des indices de présence observés (fèces, brout et pistes) ont été situés à l'aide d'un GPS portatif. On a consigné le nombre d'ours et, lorsque c'était possible, le sexe et le groupe d'âge de chacun. De plus, on a sommairement décrit l'habitat au point d'observation. Le fait de recueillir des observations d'ours noirs pendant les déplacements a permis de détecter plus facilement ces animaux dans les milieux survolés plus fréquemment, notamment le sud de la zone d'étude, et dans les milieux ouverts (ex. : tourbières et espaces dénudés avec éricacées) par rapport aux milieux fermés (ex. : pessière dense).

Analyses

Au total, quatorze groupements végétaux ont été retenus pour l'analyse de l'utilisation de l'habitat par l'ours noir :

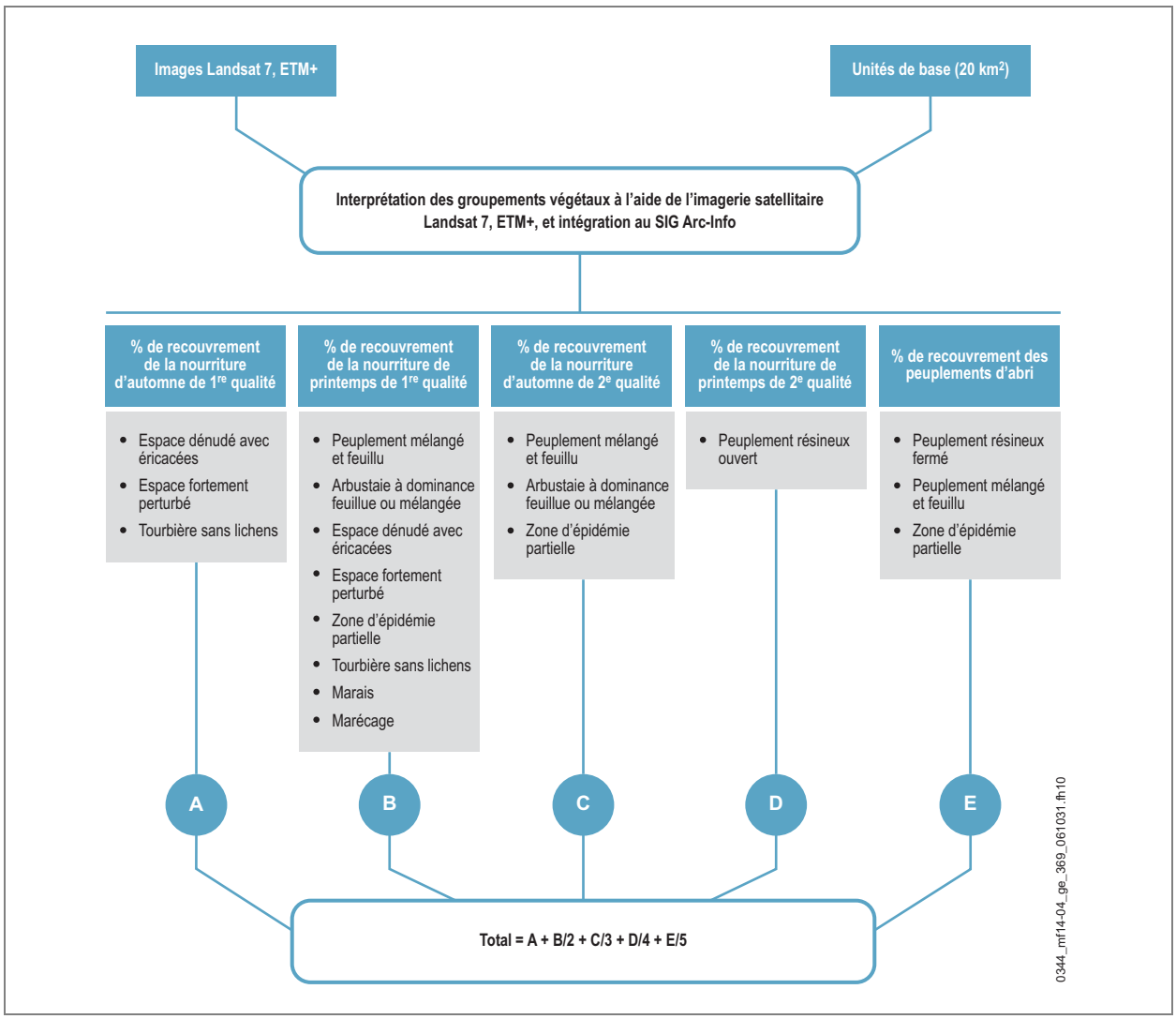
- peuplement résineux fermé (sapinière et pessière) ;
- peuplement résineux ouvert (pessière) ;
- peuplement mélangé et feuillu ;
- arbustaie à dominance résineuse ;
- arbustaie mélangée ouverte et à dominance feuillue ;
- espace dénudé avec éricacées ;
- espace fortement perturbé (brûlis récent et zone d'épidémie grave) ;
- zone d'épidémie partielle ;
- tourbière sans lichens ;

- marécage ;
- marais ;
- eau ;
- milieu improductif (élément anthropique et espace dénudé sec) ;
- lichénaie et tourbière ombrotrophe à lichens.

La disponibilité de nourriture serait le principal facteur qui influe sur l'activité de l'ours, particulièrement à la fin de l'été et durant l'automne. À cette période de l'année, les petits fruits lui fournissent l'énergie nécessaire à l'accumulation de réserves pour l'hiver (Larivière et coll., 1994). Dans le secteur de la rivière Romaine, l'ours pourrait trouver ce type de nourriture principalement dans les espaces dénudés avec éricacées, les lichénaies, les espaces perturbés et les tourbières. Au printemps et au début de l'été, l'ours doit refaire ses réserves à la sortie de la tanière. Il se nourrit alors entre autres de graminées, de cypéracées et d'autres herbacées, de feuilles d'arbres et de fourmis (Samson, 1996). Il peut trouver ces éléments dans les milieux ouverts et perturbés, les milieux humides (marais, marécages et tourbières), les peuplements feuillus ou mélangés et les arbustaies. Le couvert forestier est important à titre d'abri pour les femelles et les oursons. Dans le bassin versant de la Romaine, les ours peuvent trouver ces abris dans les peuplements résineux fermés, mélangés et feuillus ainsi que dans les zones d'épidémie partielle.

On a créé un modèle de potentiel de l'habitat de l'ours noir adapté aux caractéristiques de la zone d'étude. Ce modèle tient d'abord compte de la disponibilité de la nourriture à l'automne (petits fruits), puis au printemps (herbacées, feuilles caduques et fourmis), et ensuite du couvert de protection (voir la figure M14-4). Le modèle a été appliqué à des unités de base de 20 km^2 (domaine vital type d'une femelle selon C. Samson, dans Courtois et coll., 2004) recouvrant la zone d'étude. On a déterminé le potentiel final associé à chaque unité en intégrant, selon leur importance relative, les différentes composantes végétales. Afin de valider le modèle, on a superposé l'emplacement des observations directes et indirectes à la carte de potentiel d'habitat. La comparaison de la végétation décrite aux points d'observations directes et indirectes de l'ours avec celle qui est utilisée dans le modèle (théorique) a également permis de valider le modèle.

Figure M14-4 : Méthode d'évaluation du potentiel de l'habitat de l'ours noir



M14.2.2 Petite faune

M14.2.2.1 Castor

Mise à jour de l'information

Pour pouvoir comparer les résultats de la présente étude d'impact à ceux d'autres études sur le castor réalisées dans la région de la Côte-Nord, on a consulté la documentation scientifique de même que les résultats du plan d'inventaire aérien du castor mené de 1989 à 1994 par le MRNF. On a également accédé aux données de capture des animaux à fourrure du MRNF pour les unités de gestion des animaux à fourrure (UGAF) touchant la zone d'étude, soit les UGAF 61 et 62.

Inventaires

Un inventaire aérien des colonies de castors a été effectué dans le bassin versant de la Romaine, dans les milieux aquatiques perceptibles à l'échelle de 1 : 50 000. L'aire d'ennoiement du réservoir de la Romaine 4 et sa bande périphérique de 2 km ont été inventoriées selon un plan de sondage aléatoire systématique en quinconce de parcelles de 4 km^2. Un plan de sondage exhaustif a été utilisé dans les réservoirs de la Romaine 3, de la Romaine 2 et de la Romaine 1 de même que dans leur bande périphérique de 2 km respective. Toutefois, tout comme dans le cas de l'orignal et du caribou, la modification des limites des réservoirs a entraîné un nouveau calcul des densités et des populations ainsi que des proportions des classes de potentiel d'habitat dans chaque secteur d'étude. Les résultats présentés ici sont donc à jour et ne correspondent pas à ceux de l'étude sectorielle. L'inventaire des bandes périphériques de 2 km entourant les réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et de la Romaine 3 n'est par conséquent pas complet. Les rives de la rivière Romaine ont été inventoriées de façon exhaustive sur une largeur de 50 m entre la sortie du canal de fuite de la centrale de la Romaine-2 (PK 83,7) et la limite amont du réservoir de la Romaine 1 (PK 81,8) ainsi qu'en aval du barrage de la Romaine-1.

Le secteur de la Romaine-4 a été survolé du 2 au 9 novembre 1999, celui de la Romaine-1 (jusqu'à la sortie du canal de fuite de la centrale de la Romaine-2), du 15 au 18 octobre 2001 et les secteurs de la Romaine-2 et de la Romaine-3, du 19 au 29 octobre 2004. Les inventaires ont été réalisés en fonction des normes en vigueur au Québec relativement aux inventaires aériens des colonies de castors (Pilon et Macquart, 1991). Les survols ont été effectués à bord d'un (2001) ou de deux (1999 et 2004) hélicoptères de type A-Star 350 BA. À bord de chacun des hélicoptères, l'équipe était composée d'un navigateur-observateur sur le siège avant gauche, d'un observateur scribe derrière lui et d'un observateur sur le siège arrière droit. La hauteur et la vitesse auxquelles les hélicoptères se déplaçaient variaient entre 15 et 70 m et entre 35 et 140 km/h, selon le type de milieu survolé.

L'inventaire consistait en un comptage direct des indices de présence récente et ancienne de colonies de castors. Un amas de nourriture frais constituait le principal signe permettant de définir un site comme étant actif. L'ensemble des autres signes de présence de castors (hutte ou terrier, barrage, chantier et observation directe de castors) étaient notés lors de l'inventaire, de même que la description du milieu environnant, soit le type de milieu aquatique, l'emplacement du site sur le plan d'eau, l'exposition aux vagues, la pente et la nature des dépôts de la rive ainsi que la composition de la végétation aquatique et riveraine, du couvert forestier adjacent et de l'amas de nourriture. À l'automne 1999 (secteur de la Romaine-4), cette opération s'est effectuée dans un rayon de 10 à 20 m autour des aires occupées par les colonies de castors, alors que durant les automnes 2001 et 2004 (secteurs de la Romaine-3, de la Romaine-2 et de la Romaine-1) le rayon autour de ces aires a été

de 50 m. Dans tous les cas, la description a porté sur la totalité des sites actifs. Si quelques sites inactifs ont été décrits au cours des automnes 1999 et 2001, la moitié des sites inactifs ont systématiquement été décrits en 2004.

Analyses

Comme le contour des secteurs inventoriés en 1999 et en 2001 ne suivait pas intégralement celui de la zone étudiée en 2004, on a effectué un redécoupage dans les bases de données de manière à utiliser de façon prioritaire les données de 2004 lorsqu'elles étaient disponibles pour un secteur donné et à les compléter avec les données de 1999 et de 2001 pour les endroits non inventoriés en 2004.

Comme un dénombrement a été réalisé sur toute la superficie des réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et de la Romaine 3 en 2001 et en 2004, les données obtenues lors des survols correspondent directement au nombre de colonies actives et de sites inactifs présents dans ces milieux au moment de l'inventaire. Par conséquent, aucune erreur d'échantillonnage n'est retenue. Pour les bandes périphériques de 2 km entourant ces trois réservoirs, comme la couverture est quasi complète (85 % pour la Romaine-1 et 98 % pour la Romaine-2 et la Romaine-3), on a multiplié la densité de colonies actives calculée par la superficie actuelle de la zone d'étude pour déterminer la population et aucune erreur n'est présentée. Pour les secteurs inventoriés en 1999, on a appliqué un plan d'inventaire de type aléatoire systématique en quinconce (Frontier, 1983). Ainsi, on a estimé la densité et le nombre de colonies présentes dans la zone d'inventaire selon les règles associées à ce type de plan de sondage.

Afin de faciliter la comparaison des résultats avec ceux d'autres études, on a calculé la densité des colonies de castors pour une superficie de 10 km^2 et la densité des colonies observées le long de la rivière Romaine pour 10 km de rive. Un nombre moyen de 3,65 castors par colonie (Lafond et coll., 2003) a servi à convertir le nombre de colonies actives en nombre de castors.

On a fait une description visuelle des habitats fréquentés (sites présentant des signes d'activité) lors des survols. Les facteurs physiques et biologiques étudiés ont été présentés plus haut. Plus précisément, les onze catégories de groupements végétaux retenues pour l'analyse sont les suivantes :

- peuplement feuillu ;
- peuplement mélangé à dominance feuillue ;
- peuplement mélangé à dominance résineuse ;
- peuplement résineux à mousses (ouvert ou fermé) ;
- peuplement résineux à lichens (ouvert ou fermé) ;
- espace dénudé avec éricacées ;
- tourbière ;

- jeune brûlis ;
- vieux brûlis ;
- arbustaie ;
- autre (élément anthropique, espace dénudé sec, marécage, marais et eau).

La disponibilité de l'habitat a quant à elle été décrite à partir de la cartographie numérique de la végétation, selon les neuf classes suivantes :

- peuplement résineux ;
- peuplement mélangé ;
- peuplement feuillu ;
- arbustaie (résineuse, feuillue et mélangée ouverte) ;
- tourbière ;
- espace dénudé (espace dénudé avec éricacées, espace dénudé sec et lichénaie) ;
- marais et marécage ;
- espace perturbé (brûlis, zone d'épidémie et élément anthropique) ;
- milieu aquatique (eau peu profonde, eaux turbides, haut-fond et rapides).

Le potentiel de l'habitat du castor a été calculé à partir d'une analyse de la sélection des habitats. On a comparé l'utilisation à la disponibilité des habitats dans l'ensemble de la zone d'inventaire à l'aide de la technique de Neu et coll. (1974). Le type de milieu aquatique où était situé un site actif ainsi que la disponibilité de ces milieux aquatiques dans la zone d'inventaire (longueur totale des rives) ont été déterminés au moyen du progiciel Arc-Info et de cartes hydrographiques numériques à l'échelle de 1 : 50 000. Les types de milieux aquatiques retenus étaient les ruisseaux, les rivières (les rivières à débit lent et à débit rapide étant traitées séparément), les lacs et les étangs. Les différents types de pentes (A : 0-3 % ; B : 4-8 %, C : 9-15 % ; D : 16-30 % ; E : 31-40 % ; F : 41 % et plus) ont été déterminés à l'aide de la topographie numérique de la zone d'inventaire. On a calculé la superficie de chaque type de pente en traitant les courbes de niveau à l'échelle de 1 : 50 000 à l'aide du progiciel Arc-Info. La même procédure a servi à déterminer l'utilisation et la disponibilité des différents types de groupements végétaux (peuplement résineux, mélangé ou feuillu, arbustaie, espace dénudé ou perturbé et tourbière, puis marais et marécage) à l'aide de la cartographie numérique de la végétation. La superficie occupée par chaque type de groupement a été établie à l'aide du progiciel Arc-Info.

Afin d'effectuer une évaluation précise du potentiel de l'habitat du castor, on a divisé la zone d'inventaire en 2 179 unités de base de 1 km sur 1 km et calculé la longueur de rive des milieux aquatiques (échelle de 1 : 50 000) et la superficie de chaque type de groupements végétaux pour chacune de ces unités de base. Seuls ces deux facteurs ont été retenus pour l'élaboration du modèle de potentiel d'habitat,

car aucun autre n'a paru déterminant après l'analyse de sélection de l'habitat. On a ensuite pondéré les valeurs de longueur de rive et de superficie des groupements végétaux pour chacune des unités de base, selon le degré de sélection (sélectionné : × 4 ; proportionnel : × 2 ; évité : × 0) des catégories de milieux aquatiques et des types de groupements végétaux. On a additionné ces valeurs pondérées pour chaque unité de base, puis divisé la somme par le nombre de catégories utilisées. On a attribué un indice d'abondance (nul à très faible, faible, moyen et élevé) à chaque unité de base en appliquant (par addition ou soustraction) un écart type à la moyenne des longueurs pondérées moyennes (LPM) et à celle des superficies pondérées moyennes (SPM) pour l'ensemble de la zone d'inventaire. Le potentiel final de chaque unité a finalement été déterminé selon l'indice d'abondance des milieux aquatiques et des groupements végétaux, par attribution d'une valeur plus importante à la variable « milieu aquatique » étant donné qu'elle constitue un élément essentiel à la présence du castor. Une validation des classes de potentiel a été effectuée à partir des sites de castors inactifs situés dans les secteurs de la Romaine-3, de la Romaine-2 et de la Romaine-1, qui constituent un ensemble de données indépendantes des sites actifs ayant servi à l'élaboration du modèle de potentiel.

M14.2.2.2 Autres animaux à fourrure et espèces d'intérêt

Mise à jour de l'information

Afin de confirmer la présence de certaines espèces dans la zone d'étude, on a obtenu les données de capture d'animaux à fourrure pour la période de 1995 à 2004 auprès du MRNF pour les UGAF situées dans la zone d'étude, soit les UGAF 61 et 62.

Inventaires

On a tout d'abord recensé les espèces de la petite faune au moyen d'un inventaire des pistes dans la neige. Les données concernant la majeure partie du secteur de la Romaine-4 et une petite partie de celui de la Romaine-3 ont été recueillies au cours de l'hiver 2000 (Massé et coll., 2000*a*), alors que, dans tous les autres secteurs et une petite partie de la Romaine-4, les inventaires ont eu lieu durant l'hiver 2004. Compte tenu des variations interannuelles des populations de la petite faune, cette situation rend plus difficile la comparaison des données entre les secteurs inventoriés pendant des années différentes. Dans chaque secteur, les inventaires ont été réalisés à l'intérieur de la limite des réservoirs et dans une bande périphérique de 2 km. On a effectué deux types d'inventaire, soit un inventaire au sol et un inventaire aérien de segments riverains. Ce dernier permet de couvrir rapidement une grande étendue, alors que l'inventaire au sol permet de mieux déceler les pistes des espèces fauniques fréquentant les peuplements forestiers denses.

Pour l'inventaire au sol, on a utilisé un plan de sondage aléatoire stratifié, dont la base de stratification était les groupements végétaux définis à l'aide de l'imagerie satellitaire (Tecsult Environnement, 2000) à l'intérieur de chaque secteur et sous-secteur d'inventaire. Afin de sélectionner et de positionner les transects au sol, on a superposé un quadrillage (1 km sur 1 km) aux cartes de végétation de façon à établir une population statistique de points, sélectionnés aléatoirement, en respectant une allocation proportionnelle selon la superficie de chaque type de groupements végétaux (peuplement résineux, mélangé ou feuillu, espace dénudé avec éricacées, tourbière, brûlis et arbustaie riveraine). On a ensuite transposé ces points sur des photographies aériennes pour en faire les points de départ des transects d'inventaire.

Dans le cas des inventaires aériens, on a appliqué un plan d'échantillonnage systématique. Les rives de la rivière Romaine ont été divisées en segments de 1 km sélectionnés selon un pas d'inventaire d'un segment sur deux à l'intérieur des réservoirs et d'un segment sur cinq dans la bande périphérique de 2 km. Pour ce qui est des segments riverains situés dans les réservoirs et dans leurs bandes périphériques, on a superposé un quadrillage de 2 km sur 2 km aux cartes hydrographiques à l'échelle de 1 : 50 000 et sélectionné un segment de 1 km de chaque type de milieux aquatiques (lac, ruisseau et rivière) le plus près possible du centre de chaque carré. Le nombre de segments sélectionnés dans chaque bande périphérique devait être similaire au nombre de segments sélectionnés dans le réservoir correspondant afin de faciliter les comparaisons statistiques. On a ensuite transposé les segments sélectionnés sur des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 20 000.

Les deux types d'inventaires de pistes ont eu lieu du 28 février au 22 mars 2000 puis du 11 février au 13 mars 2004. À l'hiver 2004, les travaux ont été suspendus du 25 février au 6 mars en raison d'un manque de neige fraîche. On a effectué les survols entre 8 h 30 et 16 h 30 en respectant un degré d'ombrage inférieur à 50 % de couverture dans les trouées, au moins 24 heures après une chute de neige de plus de 5 cm afin de laisser le temps aux animaux de se déplacer et de laisser des pistes visibles dans la neige. On a consigné chaque jour les conditions météorologiques ainsi que le nombre d'heures depuis la dernière chute de neige.

Le personnel d'inventaire au sol était déposé à proximité du point de départ des transects par un hélicoptère A-Star 350. Il a parcouru chaque transect de 500 m de longueur à pied en utilisant un topofil pour noter le chaînage à chaque changement de couvert forestier ainsi qu'à chaque piste croisant le transect. Les observateurs notaient également tout autre indice de présence de la faune, le degré de fermeture du couvert forestier et l'importance relative d'éléments d'abri et de nourriture.

Les inventaires aériens ont été réalisés à bord d'un hélicoptère de type A-Star 350 BA+ équipé d'une fenêtre à bulle à l'avant et de fenêtres panoramiques à l'arrière ainsi que d'un système de dégivrage des vitres. Chaque équipe de terrain se composait d'un navigateur-observateur sur le siège avant gauche, d'un observa-

teur derrière lui et d'un observateur scribe sur le siège arrière droit. Le survol était effectué à une vitesse variant de 40 à 80 km/h et à une hauteur de 25 à 50 m selon le type de milieu survolé. Sur une largeur d'environ 20 m, toutes les pistes présentes le long des segments riverains ont été identifiées à l'espèce et notées. On a également caractérisé l'habitat sur une largeur d'environ 50 m en indiquant le type de couvert végétal adjacent, puis la structure, la largeur et le type de végétation dominant des arbustaies riveraines. Pour le lièvre d'Amérique et les tétraoninés, puisqu'il est difficile de dénombrer les pistes individuelles en survolant les segments riverains, un indice combiné (valeurs de 0 à 9) correspondant au produit de deux indices (valeurs de 0 à 3 chacun) a été calculé. Le premier indice qualifiait l'utilisation linéaire du segment et le second, la densité des pistes dans les zones utilisées.

Les nouvelles limites des réservoirs, établies en juillet 2005, ont été utilisées dans la délimitation de la zone d'étude de la grande faune et des colonies de castors, ce qui a nécessité un nouveau calcul des paramètres des populations (nombre, densité, etc.) (voir les sections M14.2.1.1 et M14.2.2.1). Cependant, dans le cas des données recueillies lors de l'inventaire hivernal des espèces d'animaux à fourrure et des autres espèces de la petite faune, les indices pondérés moyens d'abondance n'ont pas été recalculés malgré la modification des limites des réservoirs. En effet, puisque les modifications apportées ne touchent que 5 % des segments riverains (39 segments sur 762) et 3 % des transects au sol (8 transects sur 291), les changements dans les valeurs calculées seraient inférieurs à l'erreur relative associée aux valeurs actuelles, qui varie entre 6 et 75 % pour les segments riverains et entre 15 et 100 % pour les transects au sol. Il n'est donc pas justifié d'investir l'effort considérable requis pour refaire les calculs et les analyses statistiques connexes. Toutes les valeurs relatives aux espèces de la petite faune (excluant le castor) présentées dans le cadre de la présente étude d'impact sont donc tirées de l'étude sectorielle.

Certaines espèces de la petite faune circulent plutôt sous le couvert nival (campagnols, musaraignes et taupes) ou sous la couverture de glace (rat musqué et vison) et sont donc sous-représentées dans les résultats d'un inventaire de pistes. Pour compenser cette sous-représentation, on a mené un inventaire estival d'indices de présence de la faune et un inventaire de micromammifères dans les milieux humides et dans certains peuplements résineux ou mélangés. On a utilisé un plan de sondage aléatoire stratifié afin d'inventorier deux transects par type de milieux humides (marais, marécage et tourbière) dans chaque sous-secteur (réservoirs et bandes périphériques de 2 km) et chaque secteur (Romaine-1 à Romaine-4), en plus de deux transects en forêt résineuse ou mélangée, soit un au pied d'une falaise et un à proximité d'un cours d'eau. Les rives de la rivière Romaine situées en aval du barrage de la Romaine-1 ont également été inventoriées sur une largeur de 500 m, à l'aide de deux transects dans des marécages et de deux transects en milieu forestier. Au total, on a positionné de trois à cinq transects sur des photographies

aériennes dans chaque type de milieu, sous-secteur et secteur, puis un survol de reconnaissance a permis de sélectionner les transects à inventorier selon la classe d'habitat et l'accessibilité en hélicoptère.

Les inventaires estivaux d'indices de présence de la faune et de micromammifères ont eu lieu du 24 août au 24 septembre 2004. Le personnel affecté aux inventaires était à bord d'un hélicoptère de type A-Star 350 BA. On a parcouru chaque transect, d'une longueur de 100 m, afin de noter tous les indices de la faune (pistes, terriers, sentiers, crottin, brout, nids, huttes, barrages, cris et observations directes d'animaux) et de les associer à l'espèce en cause. La composition floristique et les éléments abiotiques ont aussi été notés. En ce qui concerne l'inventaire de micromammifères, des pièges-fosses (seaux de 2 l) et des pièges à capture vivante (Sherman pliable de 9 cm sur 9 cm sur 23 cm) étaient disposés en alternance (1 fosse, 2 Sherman, 1 fosse, etc.) tous les 10 m et étaient laissés en place durant trois nuits consécutives, puis visités quotidiennement. Les pièges-fosses contenaient environ 0,5 l d'eau pour noyer les animaux capturés. Les pièges à capture vivante étaient appâtés avec un quartier de pomme et un mélange de beurre d'arachides et de flocons d'avoine, et garnis d'une bourre de polyester. L'appât était rafraîchi lors de la deuxième visite des pièges. À la capture d'un micromammifère dans un piège à capture vivante, lorsque l'identification était possible à l'aide des caractères morphologiques externes (Lupien, 2001 et 2002), l'espèce était déterminée puis l'animal était muni d'une étiquette à l'oreille, pesé et relâché au point de capture. Si l'identification était impossible, l'animal était sacrifié puis identifié au laboratoire à l'aide des caractères morphologiques internes (Lupien, 2001 et 2002). Les animaux capturés dans les pièges-fosses étaient tous identifiés au laboratoire. Pour l'inventaire par capture des micromammifères, un permis de gestion (permis n^{o} 04-06-30-031-09-G-F) a été obtenu auprès de la Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord (MRNF) et un certificat de bons soins aux animaux (certificat n^{o} 04-00-15) a été obtenu du Comité de protection des animaux (Direction du développement de la faune, MRNF).

Analyses

Comme le nombre de pistes recensées dépend du nombre d'heures écoulées depuis la dernière chute de neige (Consortium Roche-Dessau, 1995), on a pondéré le nombre de pistes observées ou les indices combinés (lièvre et tétraoninés) en les divisant par ce nombre d'heures pour établir des indices d'abondance. Dans un but de synthèse de l'information, on a calculé des indices pondérés globaux des animaux à fourrure et de la petite faune pour chaque transect en faisant la somme des indices pondérés pour ces groupes d'espèces. On a cartographié l'abondance du lièvre d'Amérique et des animaux à fourrures (sauf le castor) à l'aide du progiciel Arc-Info, en créant des classes d'abondance (nulle, faible, moyenne et élevée) déterminées par l'application (par addition ou soustraction) d'un écart type à la moyenne des indices pondérés des différents transects pour l'ensemble de la zone d'étude.

On a comparé les indices d'abondance pondérés provenant des inventaires au sol entre les groupements végétaux à l'aide du test de Kruskal-Wallis à un facteur (Zar, 1984), puis entre les secteurs et les sous-secteurs à l'aide du test de Mann-Whitney (Zar, 1984). Une analyse de variance (ANOVA) sur les rangs à deux facteurs (sous-secteur et type de milieu riverain) a servi à tester les différences des indices d'abondance provenant de l'inventaire aérien entre les sous-secteurs (réservoirs et bandes périphériques). Pour tous les tests statistiques, le seuil de rejet de l'hypothèse nulle était de 0,10 et les analyses ont été effectuées à l'aide du progiciel SPSS.

On a décrit les habitats utilisés en réalisant d'abord une analyse de correspondance redressée (ACD) à l'aide du logiciel CANOCO (Ter Braak et Smilauer, 1998) afin de déterminer si le classement préalable des transects selon le type de milieu terrestre correspondait aux observations sur le terrain. À la suite de cette analyse, seize transects ont été reclassés. Par la suite, on a effectué une analyse de correspondance canonique (ACC) afin de déterminer les variables environnementales réellement liées à l'abondance des différentes espèces étudiées. Seules les données recueillies durant l'hiver 2004 ont pu servir à cette analyse en raison de différences de classement entre les deux périodes d'inventaire. Quinze variables, décrites sur le terrain, ont été retenues suivant cette analyse pour expliquer l'abondance des espèces après l'inventaire au sol :

- marécage ;
- peuplement feuillu fermé ;
- peuplement feuillu ouvert ;
- peuplement mélangé à dominance feuillue fermé ;
- espace en régénération résineuse et mélangée à dominance de résineux fermé ;
- espace en régénération résineuse et mélangée à dominance de résineux ouvert ;
- peuplement résineux fermé ;
- peuplement résineux ouvert ;
- disponibilité de brout en essences feuillues ;
- brûlis ;
- espace dénudé sec ;
- espace dénudé avec éricacées ;
- tourbière ;
- latitude ;
- longitude.

Les seize variables, décrites sur le terrain, retenues pour les données de l'inventaire aérien sont les suivantes :

- marécage ;
- peuplement feuillu ouvert ;
- peuplement mélangé à dominance de feuillus fermé ;
- peuplement mélangé à dominance de feuillus ouvert ;
- peuplement mélangé à dominance de résineux ouvert ;
- peuplement résineux fermé ;
- peuplement résineux ouvert ;
- tourbière ;
- espèce dominante de la bande riveraine :
  - aulnes ;
  - éricacées ;
- structure de la bande riveraine ;
- espace dénudé avec éricacées ;
- brûlis ;
- autre (eau, élément anthropique et zone d'épidémie) ;
- latitude ;
- longitude.

L'évaluation du potentiel de l'habitat hivernal pour les principales espèces de la petite faune de la zone d'étude a été fondée, entre autres, sur l'abondance relative des espèces dans les transects au sol, pour chacun des groupements végétaux définis à l'aide de l'imagerie satellitaire. Dans certains cas, on a tiré parti de la documentation et des connaissances sur l'écologie des espèces pour mieux préciser la valeur relative des groupements végétaux. Aucun potentiel d'habitat n'a été établi pour les espèces prédatrices, dont l'utilisation du territoire est liée à l'abondance des proies plutôt qu'au type de végétation. Pour certaines espèces, un indice d'abondance des milieux riverains de ruisseaux a servi à établir ou encore à augmenter le potentiel de l'habitat hivernal. On a calculé cet indice d'abondance en déterminant la longueur totale de ruisseaux présents dans des quadrilatères dont la dimension représentait 1/36 des cartes numériques à l'échelle de 1 : 50 000. On a créé trois classes de potentiel en appliquant un écart type à la moyenne. Le tableau M14-1 présente la méthode retenue pour chaque espèce pour laquelle le potentiel d'habitat a été établi.

On a déterminé le potentiel final en combinant les deux sources d'information (indices d'abondance de milieux terrestres et riverains) à l'aide d'une grille d'évaluation. La combinaison des deux indices s'est faite à l'aide de la commande « Identity » d'Arc-Info.

Tableau M14-1 : Sources d'information sur les préférences d'habitat retenues pour la détermination du potentiel de l'habitat hivernal des espèces de la petite faune les plus abondantes

Espèce	Source d'information sur les préférences d'habitat	
	Inventaire aérien des segments riverains	Inventaire au sol des milieux terrestres
Lièvre d'Amérique	X	X
Martre d'Amérique	X	X
Écureuils [a]		X
Petits mustélidés [b]	X	X
Tétraoninés [c]	X	X

a. Peut inclure l'écureuil roux et le grand polatouche.
b. Peut inclure la belette pygmée et l'hermine.
c. Inclut le tétras du Canada, la gélinotte huppée et le lagopède des saules.

En ce qui concerne l'inventaire estival d'indices de présence de la faune et l'inventaire de micromammifères, les données ont été présentées en termes de nombre d'indices de présence par 100 m de transect parcourus, puis de nombre de captures par 100 nuits-pièges, pour chaque espèce. Pour les captures de micromammifères, une seule capture a été retenue par espèce. Pour les deux types de données, des analyses ANOVA ont servi à déceler les différences d'abondance relative selon trois facteurs : habitat (marais, marécage, tourbière, falaise et forêt), secteur (Romaine-1 à Romaine-4) et sous-secteur (réservoir et bande périphérique). Lorsqu'une relation était décelée à la suite de l'ANOVA, un test de comparaison multiple (LSD) a permis de déterminer où se trouvaient les différences. Tous les tests statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS et le seuil de signification (α) retenu pour détecter une différence était de 0,10. La richesse spécifique en termes de nombre d'espèces a également été calculée pour chaque secteur, sous-secteur et type d'habitat inventorié. Une ANOVA suivie d'un test de Bonferroni ($\alpha = 0,05$) ont permis de détecter les différences entre les facteurs.

M14.2.3 Espèces à statut particulier

Mise à jour de l'information

On a mis à jour l'information concernant le statut, la distribution et la situation des espèces fauniques à statut particulier en consultant le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), le Centre de données sur le patrimoine naturel au Québec (CDPNQ) et la documentation scientifique.

Inventaires et analyses

L'inventaire de ces espèces fauniques a été réalisé au moment des inventaires de la grande faune et de la petite faune (inventaire de pistes dans la neige, inventaire estival d'indices de présence et inventaire de micromammifères). Voir les sections M14.2.1 et M14.2.2 pour plus d'information.

M14.3 Références

Bergerud, A.T. 1985. « Antipredator strategies of caribou : dispersion along shorelines ». *Canadian Journal of Zoology.*, vol. 63, p. 1324-1329.

Bergerud, A.T., R. Ferguson et H.E. Butler. 1990. « Spring migration and dispersion of woodland caribou at calving ». *Anim. Behav.*, vol. 30, p. 360-368.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Canada, Ministère de la Défense nationale, Terre-Neuve-et-Labrador, Department of Natural Resources, Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Hydro-Québec. 2004. *Banque de données Argos sur le suivi télémétrique des caribous.* Données de 1993 à 2003 relatives au bassin versant de la rivière Romaine et ses environs.

Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. 3e éd. New York, John Wiley & Sons. 428 p.

Consortium Roche-Dessau. 1995. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1994-1995. Inventaire de la grande faune et de la petite faune*. Sainte-Foy, Consortium Roche-Dessau. Pag. multiple.

Courtois, R. 1991. *Normes régissant les travaux d'inventaires aériens de l'orignal*. Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 24 p.

Courtois, R. 2003. « La conservation du caribou forestier dans un contexte de perte d'habitat et de fragmentation du milieu ». Thèse de doctorat. Rimouski, Université du Québec à Rimouski. 350 p.

Courtois, R., A. Gingras, C. Dussault, L. Breton et J.-P. Ouellet. 2001. *Développement d'une technique d'inventaire aérien adaptée au caribou forestier.* Québec, Société de la faune et des parcs du Québec et Université du Québec à Rimouski. 22 p.

Courtois, R., J.-P. Hamel, G. Lamontagne, R. Lemieux, J. Mercier et A. Desrosiers. 2004. *Inventaire de l'ours noir en Abitibi-Témiscamingue à l'été 2001*. 1er rapport d'étape. Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. 49 p.

Courtois, R., et F. Potvin. 1993. *Résultats préliminaires sur l'impact à court terme de l'exploitation forestière sur la faune terrestre et ses utilisateurs en forêt boréale.* Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 91 p.

Dussault, C., R. Courtois et J.-P. Ouellet. 2002. *Indice de qualité d'habitat pour l'orignal (*Alces alces*) adapté au sud de la forêt boréale du Québec*. Québec, Ministère des Transports du Québec. 41 p.

Frontier, S. 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Paris, Masson et Presses de l'Université Laval. 494 p.

Gauthier, L., R. Nault et M. Crête. 1989. « Variations saisonnières du régime alimentaire des caribous du troupeau de la rivière George, nord du Québec ». *Le Naturaliste Canadien*, vol. 116, p. 101-112.

Gauthier et Guillemette Consultants.1991. *Aménagement hydroélectrique Grande-Baleine. Avant-projet Phase II. Inventaire des sites de mise bas du caribou dans le territoire du complexe Grande-Baleine, 1989-1990.* Préparé pour Hydro-Québec. Saint-Romuald, Gauthier & Guillemette Consultants. 48 p.

Lafond, R., C. Pilon et Y. Leblanc. 2003. *Bilan du plan d'inventaire aérien des colonies de castors au Québec (1989-1994).* Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 89 p.

Larivière, S., J. Huot et C. Samson. 1994. « Daily patterns of female black bears in a Northern mixed forest environment ». *J. Mamm*., vol. 75, nº 3, p. 613-620.

Lupien, G. 2001. *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, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay–Lac-Saint-Jean. 23 p.

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, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay–Lac-Saint-Jean. 26 p.

Massé, H., R. Perreault et Y. Leblanc. 2000*a*. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude de la petite faune, hiver 2000.* Préparé pour la Société d'énergie de la Baie James. Québec, Tecsult Environnement. 133 p. et ann.

Massé, H., Y. Leblanc, N. Leblanc et R. Nault. 2000*b*. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude des populations d'orignaux et de caribous, hiver 2000*. Préparé pour la Société d'énergie de la Baie James en collaboration avec Del Degan, Massé et Associés. Québec, Tecsult Environnement. 94 p. et ann.

Neu, C.W., C.R. Byers et J.M. Peek. 1974. « A technique for analysis of utilisation-availability data ». *Journal of Wildlife Management*, vol. 38, p. 541-545.

Paré, M. 1994. *Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de chasse 12 en janvier 1993*. Rouyn-Noranda, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue. 38 p.

Pilon, C., et M. Macquart. 1991. *Norme. Guide technique d'inventaire aérien des colonies de castors.* Gatineau, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction générale de l'Outaouais. 12 p. et ann.

Samson, C. 1996. *Modèle d'indice de qualité de l'habitat pour l'ours noir (*Ursus americanus*) au Québec*. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 57 p.

Seip, D.R. 1992. « Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and Moose in Southern British Columbia ». *Canadian Journal of Zoology*, vol. 70, p. 1491-1503.

Tecsult Environnement. 2000. *Cartographie numérique de la végétation. Bassin de la rivière Romaine et territoires adjacents*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Tecsult Environnement. 64 p. et ann.

Tecsult. 2005*a*. *Complexe de la Romaine. Étude de la grande faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Tecsult. 2005*b*. *Complexe de la Romaine. Étude de la petite faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple et ann.

Tecsult. 2005*c*. *Complexe de la Romaine. Inventaire de l'utilisation par la faune des milieux humides, des espèces fauniques menacées ou vulnérables et des colonies de castors*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Tecsult. 2006. *Complexe de la Romaine. Caractérisation des sites de mise bas du caribou*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

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 (NY), Micro-computer Power. 352 p.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2e éd. Englewood Cliffs (NJ), Prentice-Hall. 718 p.

M15 Amphibiens et reptiles

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Références

M15.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude de l'herpétofaune avait pour objectif de décrire les espèces d'amphibiens et de reptiles présentes dans la zone d'étude ainsi que leur utilisation des milieux humides. La zone d'étude englobe la plus grande partie du bassin versant de la rivière Romaine, depuis son embouchure jusqu'au PK 296. Elle comprend la vallée principale de la Romaine, une bande de 5 km de part et d'autre de la rivière et les quatre réservoirs projetés. Cette zone d'étude recoupe deux grandes unités physiographiques, soit la plaine côtière et le plateau laurentien. Les données de richesse spécifique sont analysées en fonction des limites des réservoirs projetés et selon la séquence latitudinale des réservoirs et du dégel printanier (du réservoir de la Romaine 1 vers le réservoir de la Romaine 4).

M15.2 Méthodes

M15.2.1 Inventaire

Le présent texte résume les méthodes décrites dans l'étude sectorielle suivante :

- Fortin, C., et M. Ouellet. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 34 p. et ann.

L'inventaire de 2004 s'est déroulé en deux temps, soit une visite au printemps (du 13 au 22 juin), pour les espèces se reproduisant tôt en saison, et une autre en été (du 3 au 8 août), pour les espèces à reproduction plus tardive. On a réalisé un inventaire complémentaire du 23 au 25 mai 2005 afin de compléter l'information sur les espèces printanières. La sélection des stations s'est effectuée au jugé et visait la meilleure représentativité possible des quatre réservoirs projetés, des différentes classes de milieux humides et des secteurs touchés et non touchés par le projet. En tout, on a établi 25 stations dans l'ensemble de la zone d'étude.

La recherche des espèces a été menée dans les milieux humides et les milieux terrestres de chacune des stations. Six classes de milieux humides ont été retenues, soit le marais, le marécage, le marais-marécage (lorsque le marais et le marécage occupent chacun au moins 10 % de la superficie de la station), la tourbière ombrotrophe (*bog*), la tourbière minérotrophe (*fen*) et le rivage. Les milieux terrestres, situés dans un rayon de 300 m à partir de la bordure du milieu humide, ont quant à eux été répartis en trois classes, soit la forêt à dominance résineuse, la forêt à dominance feuillue et le milieu ouvert (espace dénudé et éricacées, brûlis récent, lichénaie) ou semi-ouvert (arbustaie, secteur frappé par une épidémie). Le rayon de 300 m correspond à la grandeur moyenne de la zone d'activité principale présentée par Semlitsch et Bodie (2003) pour les amphibiens et les reptiles. De 58 à 269 minutes (moyenne de 161 minutes) de recherche ont été allouées à chaque station.

Les inventaires visuels et les inventaires à durée prédéfinie réalisés dans les habitats terrestres situés en bordure des milieux humides avaient pour objectif de trouver le plus grand nombre d'individus, sans contrainte quant au type et au nombre d'objets à déplacer et à la direction à prendre, selon la méthode de Crump et Scott (1994). Il s'agissait de soulever des abris potentiels (débris ligneux et pierres) pendant 30 minutes à la recherche d'anoures, de salamandres et de couleuvres. Des travaux d'inventaire ont aussi été menés dans les milieux humides. Ils visaient la recherche de masses d'œufs, de larves, de juvéniles et d'adultes, sans contrainte de temps, au moyen d'une épuisette. Toutes les espèces d'anoures entendues ont aussi été notées. Enfin, les observations fortuites, y compris celles d'autres études, ont été réunies puis analysées.

M15.2.2 Analyse

La nomenclature des milieux humides s'appuie sur celle de Buteau et coll. (1994). L'habitat « eau peu profonde » n'a pas été retenu, car il accompagne généralement les autres types de milieux humides. Aux fins des analyses, les tourbières ombrotrophes (n = 4) et les tourbières minérotrophes (n = 3) sont regroupées sous le vocable « tourbières », alors que les marais (n = 5), les marécages (n = 3) et les marais-marécages (n = 5) sont classés sous l'appellation « milieux humides riverains » ; ces regroupements permettent d'augmenter la taille de l'échantillon, soit le nombre de stations par catégorie de milieux humides. L'inventaire des milieux de type « rivage » s'est déroulé dans cinq stations.

M15.3 Références

Buteau, P., N. Dignard et P. Grondin. 1994. *Système de classification des milieux humides du Québec*. Québec, Ministère des Ressources naturelles du Québec et ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada.

Crump, M.L., et N.J. Scott, Jr. 1994. « Visual encounter surveys ». *In* W.R. Heyer, M.A. Donnely, R.W. McDiarmid, L.-A. Hayek et M.S. Foster (réd.). *Measuring and monitoring biological diversity.* Washington (DC), Smithsonian Institute Press, p. 84-92.

Fortin, C., et M. Ouellet. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 34 p. et ann.

Semlitsch, R.D., et J.R. Bodie. 2003. « Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles ». *Conservation Biology*, vol. 17, p. 1219-1228.

M16 Oiseaux

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Références

M16.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude de l'avifaune de la rivière Romaine vise principalement à caractériser la fréquentation des secteurs touchés de la rivière et des réservoirs projetés par la sauvagine (oies, canards et plongeons), les oiseaux de proie (aigles, faucons, buses, hiboux, etc.), les oiseaux forestiers (passereaux et pics) et les oiseaux aquatiques autres que la sauvagine. Les inventaires ont permis de déterminer les espèces présentes, leur abondance, leur statut de nidification, leur répartition et les habitats fréquentés. L'étude des oiseaux de l'embouchure avait pour objectif de décrire la communauté aviaire utilisant la zone de l'embouchure de la Romaine au cours d'un cycle annuel, de situer les principales aires d'alimentation et de repos de ces espèces et de déterminer le régime alimentaire des principales espèces présentes par une revue de la documentation spécialisée.

La zone d'étude de l'avifaune comprend la rivière Romaine de son embouchure au PK 295. Elle inclut les lacs, les tributaires, les milieux humides et riverains ennoyés par les quatre réservoirs projetés, une bande de 1 km de part et d'autre de la rivière ainsi qu'une bande de 400 m sur le pourtour des réservoirs. Des inventaires de la sauvagine ont également ciblé certains tributaires des réservoirs sur une longueur de 5 km à partir de la limite des réservoirs ou jusqu'à leurs lacs de tête, tandis que des inventaires des oiseaux de proie ont visé les rives des plans d'eau et des cours d'eau. Des inventaires de la sauvagine et du hibou des marais ont été menés dans la plaine côtière, qui s'étend du sud du barrage de la Romaine-1 à la côte du golfe du Saint-Laurent, entre la pointe à Aisley à l'ouest et la pointe des Grès à l'est. Les falaises comprises à l'intérieur des limites des réservoirs projetés ou situées à moins de quelques kilomètres ont été scrutées pour y déceler la présence de nids d'oiseaux de proie et de grands corbeaux. Enfin, la zone de l'embouchure de la Romaine, une partie du chenal de Mingan et le secteur à l'est du panache de la Romaine ont fait l'objet d'inventaires héliportés et de dénombrements au sol visant à déterminer les espèces et à quantifier les populations d'oiseaux qui s'alimentent et se reposent dans ces secteurs.

M16.2 Méthodes

Les présents textes résument les méthodes décrites dans les études sectorielles suivantes :

- Benoit, R., 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Sauvagine et autres oiseaux aquatiques*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 169 p. et ann.
- Morneau, F., et R. Benoit. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux de proie.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 64 p. et ann.
- Benoit, R., C. Latendresse et F. Bédard. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux forestiers.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 95 p. et ann.

- Sénéchal, H., R. Benoit, A. Chouinard, A. Maloney et F. Bédard. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 189 p. et ann.
- Tecsult Environnement. 2002*a*. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude des limicoles et des oiseaux forestiers. Printemps et été 2001*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult Environnement. Pag. multiple.

M16.2.1 Sauvagine

Mise à jour de l'information

On a consulté les données de la banque *Étude des populations d'oiseaux du Québec* (EPOQ) (Larivée, 2004) afin d'établir la phénologie du cycle annuel de la sauvagine. La quasi-totalité des feuillets d'observation d'EPOQ ont trait à des sites le long du littoral du golfe du Saint-Laurent et de l'archipel de Mingan ; ils fournissent donc de l'information sur le passage de la sauvagine au printemps et à l'automne.

Depuis 1990, dans le cadre du Plan conjoint sur le Canard noir (PCCN) (Bordage et coll., 2003), des placettes sont inventoriées au cours de la période printanière à proximité de la zone d'étude et dans l'ensemble du Québec méridional. Le protocole d'échantillonnage du PCCN cible principalement la période de nidification du canard noir, mais les observations de toutes les espèces de sauvagine au cours du survol sont notées. On a utilisé l'information contenue dans ces inventaires afin de comparer les densités des populations de la zone d'étude avec celles de l'ensemble du Québec. De plus, les quatre placettes du PCCN (Bordage et Lepage, 2004) situées à proximité de la zone d'étude ont servi à analyser la répartition de la communauté de la sauvagine le long de la rivière et dans les limites des réservoirs projetés.

Pour déterminer l'occurrence des espèces de sauvagine à statut particulier dans la zone d'étude, on a obtenu du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2004) l'information sur les mentions de ces espèces dans la région de la rivière Romaine. De plus, par l'entremise d'Environnement Canada, on a consulté les données du *Suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec* (AQGO, 2004).

Inventaires

Les espèces visées sont les canards et les bernaches (anatidés) ainsi que les plongeons (gaviidés).

Le dénombrement de la sauvagine a été réalisé le long de la rivière Romaine, de son embouchure au PK 295, et dans les quatre réservoirs projetés. Les zones inventoriées en 2004 étaient basées sur les limites des réservoirs qui étaient disponibles à l'époque. Les valeurs d'abondance et de densité d'oiseaux mentionnées dans l'étude sectorielle sur la sauvagine **(**Benoit, 2005**)** sont donc légèrement différentes de celles de la présente étude d'impact, en raison notamment des modifications apportées aux limites des réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 4. La présente étude d'impact contient ainsi les données les plus à jour.

Les inventaires ont également couvert des secteurs qui ne sont pas directement touchés par la réalisation des aménagements hydroélectriques :

- une bande de 400 m sur le pourtour des réservoirs et de 1 km en bordure des tronçons court-circuités ;
- les tributaires se jetant dans les réservoirs sur une longueur de 5 km à partir de la limite des réservoirs ou jusqu'à leurs lacs de tête ;
- la plaine côtière, au sud de la rivière Romaine jusqu'à la côte du golfe du Saint-Laurent, entre la pointe à Aisley à l'ouest et la pointe des Grès à l'est.

Ces secteurs ont été sélectionnés en fonction des différents objectifs de l'étude.

Les dénombrements le long de la rivière et dans les limites des réservoirs ont été réalisés au cours de deux périodes de terrain distinctes en fonction du dégel printanier, de la migration de la sauvagine et de la phénologie de la reproduction. La première période (du 25 mai au 7 juin 2004) visait le dénombrement des couples nicheurs, alors que la seconde (du 20 juillet au 6 août 2004) ciblait les couvées et les oiseaux en mue. La plaine côtière a quant à elle été inventoriée du 11 au 14 juin pour les couples nicheurs et les 26 et 27 juillet pour les couvées. Les milieux fréquentés par les couples nicheurs et les couvées ont été caractérisés entre le 30 juillet et le 13 août 2004.

Différents plans d'échantillonnage ont été élaborés selon les secteurs d'inventaire. Tous les habitats aquatiques et humides de la zone d'étude ont été survolés à chaque période d'inventaire. Pour les tributaires des réservoirs projetés, on a élaboré un plan d'échantillonnage afin d'estimer les populations d'anatidés qui fréquentent ces habitats. Parmi les tributaires des quatre réservoirs, 100 ont été choisis selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié basé sur la superficie des plans d'eau de chaque tributaire. Quant au dénombrement de la plaine côtière, il a été fait par

l'entremise d'un plan d'échantillonnage systématique. Ce secteur a été subdivisé en placettes de 1 km sur 4 km selon le quadrillage UTM (NAD83). Ainsi, 29 placettes de 4 km^2 ont été inventoriées.

Les dénombrements aériens de la sauvagine ont été réalisés selon la méthode mise au point par le Service canadien de la faune dans le cadre du Plan conjoint sur le Canard noir (Bordage et Plante, 1997 ; Bordage et coll., 2003). Les oiseaux sont dénombrés par comptage visuel en hélicoptère au survol des plans d'eau à basse altitude (de 10 à 30 m) et à vitesse réduite (de 30 à 60 km/h). La méthode consiste à survoler les milieux riverains ou humides présentant un potentiel d'habitat pour la sauvagine de même que le centre des grands plans d'eau et le pourtour des îles. Le stade de développement des couvées a été noté selon les classes d'âge définies par Gollop et Marshall (1954).

Entre le 30 juillet et le 13 août, on a visité la majorité des sites dans les secteurs touchés où des couples nicheurs et des couvées ont été observés au cours des deux inventaires afin de caractériser les habitats fréquentés par la sauvagine. Voici l'information qui a été réunie à l'égard des habitats :

- type d'habitat (rivière lentique ou lotique, lac, mare, étang, tourbière, etc.) ;
- type de substrat (sableux, sableux-graveleux, sableux-rocheux, rocheux) ;
- recouvrement par la végétation (émergente et flottante) ;
- présence d'îles ou d'îlots ;
- pente des rives.

Une photographie prise du haut des airs a servi à la validation ultérieure du type d'habitat et de ses caractéristiques au moyen de cartes de dépôt de surface (Poly-Géo, 2006), des cartes numériques de la BDTQ et de cartes de la végétation (Bouchard et Deshaye, 2005).

Analyses

Les observations faites au cours de l'inventaire des couples nicheurs ont été codifiées en nombre d'équivalents-couples (couples nicheurs) selon les critères du PCCN (Bordage et coll., 2003). Les densités en nombre d'individus, d'équivalents-couples, de couvées et d'adultes sans couvée par 25 km^2 ou 10 km de rive ont été estimées pour chacun des secteurs étudiés en 2004.

On a calculé un indice phénologique afin de déterminer à quel moment de la période de nidification a eu lieu le dénombrement des couples nicheurs. L'indice phénologique correspond au rapport entre le nombre de mâles appariés (un mâle et une femelle ensemble) et le nombre de mâles non accompagnés d'une femelle (un ou plusieurs mâles). On a aussi utilisé un indice phénologique corrigé qui tient compte du ratio mâle/femelle des populations. La chronologie de la reproduction a

été établie par rétrocalcul des dates d'éclosion des couvées selon les classes d'âge des canetons. La détermination des stades de développement des couvées suit les recommandations de Gollop et Marshall (1954). L'âge médian du stade de développement a servi de base au rétrocalcul.

La synthèse de l'information sur les habitats fréquentés par la sauvagine en période de reproduction a été réalisée à partir des données tirées des travaux sur le terrain (type de plan d'eau, substrat et végétation aquatique) et des données cartographiques thématiques (altitude, superficie et dépôts de surface).

M16.2.2 Oiseaux de proie

Mise à jour de l'information

On a consulté la banque de données sur les sites de nidification au Québec des oiseaux en péril (AQGO, 2004) afin de vérifier si des sites connus d'espèces d'oiseaux de proie à statut particulier se trouvent dans la zone d'étude. Les observations d'oiseaux de proie notées lors des inventaires du Plan conjoint sur le Canard noir (Bordage et Lepage, 2004) ont aussi été consultées, ainsi que les données recueillies au cours des travaux de l'*Atlas des oiseaux nicheurs du Québec* (Gauthier et Aubry, 1995). Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2004) a transmis les mentions concernant ces espèces pour la région de la rivière Romaine. On a également interrogé la banque EPOQ (Larivée, 2004) afin de compléter l'information connue sur les espèces d'oiseaux de proie de la région.

Inventaires

Les inventaires visaient tous les oiseaux de proie, tant diurnes que nocturnes, et le grand corbeau. Les dénombrements en hélicoptère ciblaient plus spécifiquement le balbuzard pêcheur, le pygargue à tête blanche, le faucon pèlerin, l'aigle royal et le hibou des marais (Morneau et Benoit, 2005). Le grand corbeau, un passériforme, est inclus dans le groupe des oiseaux de proie, car son comportement de nidification est similaire à celui de ces espèces.

Les secteurs couverts comprennent une bande de 400 m le long des rives gauche et droite de la rivière Romaine, de son embouchure au PK 295, et une bande de 200 m de part et d'autre des lacs et tributaires ennoyés par les réservoirs projetés. Les secteurs étudiés incluent également les falaises comprises à l'intérieur des limites des réservoirs, ou situées à moins de quelques kilomètres de leurs limites, ainsi que les rives (bande de 200 m) des tributaires des réservoirs. Il est à noter que les limites des réservoirs ont changé depuis la publication de l'étude sectorielle sur les oiseaux de proie (Morneau et Benoit, 2005) ; la présente étude d'impact contient les données les plus à jour.

Les inventaires d'oiseaux de proie ont été réalisés au cours de deux périodes de terrain. La première visait à dénombrer les couples nicheurs (du 1er au 17 juin) et la seconde avait pour objectif d'évaluer le succès de reproduction des nids découverts (du 2 au 7 août 2004). On a donc réexaminé les nids décelés au cours de la première période afin de vérifier si des jeunes s'y trouvaient ou non. Un inventaire de hibou des marais a également eu lieu dans le secteur de la plaine côtière entre les 6 et 11 juin 2004. Enfin, la présence d'autres espèces d'oiseaux de proie nocturnes a été vérifiée à l'aide de la repasse de chants aux stations d'échantillonnage des oiseaux forestiers, entre le 14 juin et le 8 juillet 2004.

La zone inventoriée a été limitée à une bande de 400 m de part et d'autre de la rivière et de 200 m autour des plans d'eau et des tributaires pour le pygargue à tête blanche et le balbuzard pêcheur, car ces espèces nichent généralement à proximité des rives (Bird et Henderson, 1995 ; DesGranges, 1995). On a examiné toutes les falaises afin de dénombrer les oiseaux de proie, particulièrement l'aigle royal et le faucon pèlerin, qui utilisent cet habitat pour nicher. Enfin, 19 des 152 parcelles de 4 km^2 ont été sélectionnées dans la plaine côtière selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié basé sur la superficie des milieux humides (tourbières), des plans d'eau et des habitats terrestres. Ce dernier inventaire visait le dénombrement des couples nicheurs de hibou des marais.

La technique de dénombrement des oiseaux nichant sur les falaises (aigle royal et faucon pèlerin) ou le long des rives (balbuzard pêcheur et pygargue à tête blanche) consiste en un comptage direct en hélicoptère des oiseaux et des nids. Pour déceler les couples nicheurs des espèces nichant sur les falaises, on a suivi les recommandations de Kochert (1986). L'hélicoptère longe les parois rocheuses à une distance latérale de 20 à 30 m. Le premier passage débute à quelques mètres du sommet et les suivants s'effectuent de plus en plus bas. L'hélicoptère survole les rives à basse altitude (de 5 à 30 m au-dessus de la tête des arbres) et à vitesse réduite (de 30 à 80 km/h) afin de détecter les nids présents dans le couvert des arbres.

Lors de l'inventaire du hibou des marais, les parcelles étaient survolées à une altitude variant entre 5 et 10 m et à une vitesse maximale de 50 km/h. On a parcouru 18 transects de 4 km de longueur et équidistants d'environ 50 m au-dessus de chacune des parcelles. La navigation était effectuée à l'aide du GPS de l'aéronef et d'un GPS de poche (Garmin).

La repasse de chants des strigidés a été effectuée à l'aide de lecteurs MP3 ou CD. Les espèces visées par cette technique sont le grand-duc d'Amérique, la chouette épervière, le hibou moyen-duc et la nyctale de Tengmalm. Le cri ou le chant de ces espèces est émis à trois reprises après le dénombrement par point d'écoute des oiseaux forestiers. L'ordre d'émission des chants suit le rang de taille des espèces.

Analyses

La terminologie employée pour décrire l'utilisation d'un site par un couple nicheur d'oiseaux de proie repose sur les recommandations de Steenhof (1987) : un « site de nidification » est un lieu qui contient un ou plusieurs nids, y compris un ou des nids de rechange, et où un seul couple pond des œufs. Un site de nidification est considéré comme occupé par un couple lorsque celui-ci est observé au nid ou à proximité ou encore lorsque des preuves de reproduction (présence d'œufs ou de jeunes, etc.) sont détectées. Un « couple nicheur confirmé » est défini par l'observation d'un nid occupé ou de deux adultes ensemble. La notion de couples nicheurs confirmés dans le cas de l'observation d'adultes est plus fiable pour les espèces avec un dimorphisme sexuel (comme le faucon émerillon) que pour celles qui n'ont aucun dimorphisme apparent (comme la buse à queue rousse). Les observations d'adultes seuls ont servi à déterminer les couples nicheurs potentiels.

Le nombre de sites occupés, de couples nicheurs confirmés et de couples nicheurs potentiels a été déterminé pour l'ensemble et pour chacun des secteurs d'étude le long de la rivière et dans les limites des réservoirs. Le nombre de couples nicheurs confirmés correspond à la somme du nombre de sites de nidification occupés et de couples observés (non associés à un site occupé) dans un secteur donné, alors que le nombre de couples nicheurs potentiels est estimé à l'aide des observations d'adultes séparées des autres observations conspécifiques par une distance arbitraire. Ces distances correspondent pour certaines espèces à deux fois la distance minimale mesurée entre deux nids occupés voisins dans la zone d'étude. Elle peuvent donc être considérées comme des évaluations prudentes. Toutefois, dans la majorité des cas et compte tenu des connaissances sur le rayon d'action à partir du nid ou sur le domaine vital des espèces (Kochert, 1986), les observations d'adultes sont tellement éloignées les unes des autres qu'elles ne peuvent pas représenter les mêmes couples nicheurs.

M16.2.3 Oiseaux forestiers

Mise à jour de l'information

On a utilisé l'information de la base de données EPOQ (Larivée, 2004) afin d'établir la chronologie de l'arrivée des pics et des passereaux dans la région de Havre-Saint-Pierre. On a aussi consulté la banque de données sur le suivi de la nidification des oiseaux en péril du Québec (AQGO, 2004) pour vérifier si des sites connus d'espèces d'oiseaux forestiers à statut particulier se trouvent dans la zone d'étude.

Inventaires

Les espèces d'oiseaux visées sont principalement les passereaux et les pics, à l'exception du grand corbeau, qui a été regroupé avec les oiseaux de proie. Les secteurs d'inventaire comprennent les habitats terrestres, humides et riverains situés à l'intérieur des limites des réservoirs projetés. Il est à noter que les limites des réservoirs ont changé depuis la publication de l'étude sectorielle sur les oiseaux forestiers (Benoit, Latendresse et Bédard, 2005) ; la présente étude d'impact contient les données les plus à jour.

Les dénombrements ont eu lieu entre les 20 et 28 juin 2001 pour le réservoir de la Romaine 1 (Tecsult Environnement, 2002*a*) et entre le 14 juin et le 8 juillet 2004 pour les réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4 (Benoit et coll., 2005). Au cours de ces périodes, la majorité des espèces de passereaux avaient rejoint leur territoire de nidification et commencé leur reproduction (défense du territoire). Tous les dénombrements ont été réalisés entre 4 h et 10 h, une période de la journée où les oiseaux sont les plus actifs (Robbins, 1981), et à des conditions favorables d'observation (absence de pluie prolongée et de vents forts).

Compte tenu de l'absence de cartes détaillées de la végétation terrestre ou riveraine de la zone d'étude, le choix des stations n'a pas été effectué de façon aléatoire pour les réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4. Dans leur cas, l'emplacement des stations a été déterminé au jugé à l'aide des cartes de végétation numérique produites en 2000 (Tecsult Environnement, 2002*b*). Au total, 186 stations ont été définies dans ces trois réservoirs, et 177 ont servi aux estimations des populations. Pour le réservoir de la Romaine 1, les 21 stations inventoriées ont été choisies au hasard selon une grille superposée à la carte numérique de la végétation.

Les oiseaux forestiers sont inventoriés au moyen des méthodes du dénombrement à rayon limité ou DRL (Bibby et coll., 2000), des indices ponctuels d'abondance ou IPA (Blondel et coll., 1970) et de la repasse de chants (*play-back*). Ces techniques sont recommandées par le *Guide pour l'évaluation des impacts sur les oiseaux* (Canada, Ministère de l'Environnement, 1997).

La méthode du DRL consiste à dénombrer, à partir d'un point fixe, tous les oiseaux vus ou entendus à l'intérieur d'un cercle centré sur l'observateur (50 m de rayon) au cours d'une période déterminée. Pour les réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, l'abondance et la densité des oiseaux ont été calculées pour l'hémicycle avant seulement, même si cela semble surévaluer l'abondance des oiseaux présents. Ce choix s'appuie sur les résultats de comparaisons entre le DRL complet et l'hémicycle avant, qui montrent que les observateurs ne détectent pas de manière égale les oiseaux des deux hémicycles (Benoit et coll, 2005).

La méthode des IPA dénombre, à partir d'un point fixe, tous les oiseaux vus ou entendus, mais sans limite de distance. Enfin, la repasse de chants permet d'augmenter les chances de déceler la présence d'espèces plus discrètes ou à statut particulier. Pour les stations situées en milieu riverain dans les limites des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, la superficie échantillonnée par la méthode du DRL est celle d'un hémicycle de 50 m de rayon dont la base correspond généralement à la ligne du rivage. Les observateurs étaient munis de lecteurs MP3 ou CD leur permettant d'effectuer la repasse de chants à la fin de la période de dénombrement.

Les oiseaux ont été dénombrés au cours de quatre périodes consécutives de cinq minutes dans les réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4 (2004) et au cours de deux périodes consécutives de cinq minutes dans le réservoir de la Romaine 1 (2001).

Analyses

Les observations de pics et de passereaux effectuées au cours des périodes de dénombrement dans la portion DRL des stations ont été codifiées en termes de couples nicheurs (équivalents-couples). Un oiseau chanteur ou émettant un cri d'alarme agressif et insistant a été considéré comme l'équivalent d'un couple nicheur (1,0), alors qu'un oiseau silencieux ou émettant un cri de contact a été considéré comme l'équivalent d'un demi-couple (0,5). Les oiseaux survolant la station n'ont pas été inclus dans l'estimation des couples nicheurs, alors que ceux qui volaient dans la station l'ont été.

Afin d'assurer une certaine indépendance entre les observations de stations d'écoute distantes de moins de 175 m, les données de la station de l'habitat le moins bien représenté dans l'échantillon ont été retenues pour les analyses. Au total, 177 stations sur les 186 dénombrées ont servi aux estimations des populations dans les limites des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4. Les populations du réservoir de la Romaine 1 ont été estimées à l'aide de 21 stations. Comme les méthodes de dénombrement utilisées pour les réservoirs de la Romaine 2, 3 et 4 étaient différentes de celles du réservoir de la Romaine 1, les estimations des populations ont été calculées indépendamment pour les deux ensembles de données.

Un premier classement des habitats des stations a été fait sur le terrain au moment de la collecte des données (réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4), puis validée par interprétation des photographies prises au sol et de l'hélicoptère. Par la suite, on a effectué des analyses de groupement pour les stations en milieu forestier (excluant les arbustaies riveraines et les tourbières) en utilisant les classes de recouvrement des différentes strates végétales. Les matrices

de similarité ont été calculées au moyen du coefficient de Steinhaus et les analyses de groupement ont été réalisées à l'aide de la méthode à groupement flexible de Lance et Williams (Legendre et Legendre, 1998).

Les analyses de similarité et de groupement ont été exécutées avec le Progiciel R, version 4.0 (Casgrain et Legendre, 2001). Ces différentes analyses ont permis de classer les stations en huit types d'habitat : arbustaie riveraine, peuplement feuillu et mélangé, brûlis récent, brûlis ancien, pessière à lichens ouverte et lichénaie, pessière à lichens et à mousses, peuplement conifèrien à mousses (pessières à mousses, sapinière à mousses, sapinière-pessière et pessière-sapinière) et tourbière (ombrotrophe et minérotrophe, boisée ou non, avec ou sans mares). Ces types d'habitats diffèrent quelque peu des types utilisés pour les analyses de végétation : certains types d'habitats ont été regroupés en raison de leur ressemblance (ex. : pessière à lichens et lichénaie), tandis que d'autres ont été subdivisés en types d'habitats plus caractéristiques pour les oiseaux (ex. : arbustaie riveraine et brûlis récent ou ancien). Le brûlis récent du réservoir de la Romaine 4 (en 2005) n'a pas été pris en compte non plus dans le calcul des superficies puisque l'incendie a eu lieu après les inventaires ornithologiques.

Les analyses des populations des habitats se sont fondées sur les dénombrements des stations situées dans les limites des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4. Le classement des habitats du réservoir de la Romaine 1 diffère de celui des autres réservoirs. Aucune analyse des populations des habitats du réservoir de la Romaine 1 n'a été présentée.

M16.2.4 Autres oiseaux aquatiques

Mise à jour de l'information

On a consulté les données de la banque EPOQ (Larivée, 2004) afin d'établir la phénologie du cycle annuel des oiseaux aquatiques autres que la sauvagine.

Pour déterminer l'occurrence des espèces à statut particulier de ce groupe d'oiseaux dans la zone d'étude, on a consulté les données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2004) et du programme de suivi de la nidification des espèces en péril (AQGO, 2004) pour la région de la rivière Romaine.

Inventaires

Toutes les espèces d'oiseaux aquatiques étaient visées par les différents inventaires, mais les résultats proviennent principalement des inventaires de la sauvagine.

Leur dénombrement a été réalisé le long de la Romaine, de son embouchure au PK 295, ainsi que dans les quatre réservoirs projetés. Il est à noter que les limites des réservoirs ont changé depuis la publication de l'étude sectorielle sur les oiseaux aquatiques (Benoit, 2005) ; la présente étude d'impact contient les données les plus à jour.

Les inventaires ont également couvert des secteurs qui ne sont pas directement touchés par la réalisation des aménagements hydroélectriques :

- une bande de 400 m sur le pourtour des réservoirs et de 1 km en bordure des tronçons court-circuités ;
- les tributaires des réservoirs sur une longueur de 5 km à partir de la limite des réservoirs ou jusqu'à leurs lacs de tête ;
- la plaine côtière, au sud de la rivière Romaine jusqu'à la côte du golfe du Saint-Laurent, entre la pointe à Aisley à l'ouest et la pointe des Grès à l'est.

Les dénombrements dans les différents secteurs d'étude ont été réalisés au cours de deux périodes de terrain distinctes. La première s'est étendue du 25 mai au 14 juillet 2004 et la seconde, du 20 juillet au 6 août 2004. Certaines observations ont pu être faites en dehors de ces périodes, soit lors des inventaires des oiseaux de proie, des oiseaux forestiers ou de la plaine côtière.

Analyses

Le nombre total d'oiseaux aquatiques observés par espèce lors des inventaires a été établi pour chacun des secteurs étudiés.

M16.2.5 Oiseaux de l'embouchure

Mise à jour de l'information

On a consulté la banque EPOQ (Larivée, 2004) afin d'établir la phénologie du cycle annuel des oiseaux dans la région ainsi que leurs abondances saisonnières relatives, car les feuillets d'observation ont surtout trait à des sites se trouvant le long du littoral du golfe du Saint-Laurent et de l'archipel de Mingan. Ces données ont aussi permis de déterminer les périodes optimales pour les inventaires.

On a utilisé les données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2004) en complément de celles du *Suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec* (AQGO, 2004) afin de déterminer l'occurrence des espèces à statut particulier dans la zone d'étude.

Enfin, les informations contenues dans la *Banque de données informatisée des oiseaux de mer du Québec* (SCF, 2005) ont permis de préciser l'emplacement, la taille, l'occurrence et l'évolution des colonies d'oiseaux marins dans la zone du panache de la Romaine.

Inventaires

Les principales espèces visées sont la sauvagine (oies, canards et plongeons), les limicoles, le cormoran à aigrettes, les goélands, les sternes et les alcidés (guillemots et macareux). Les observations d'autres espèces d'oiseaux au cours des inventaires ont également été consignées, notamment dans le cas des espèces à statut particulier.

La zone d'influence des eaux douces de la Romaine comprend la zone de l'embouchure et la partie du chenal de Mingan comprise entre la Grande Île et les îles Quarry, Niapiskau, de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine. Le secteur situé à l'est du panache, entre les pointes à Aisley et aux Morts, a également été inventorié. Un plus grand nombre de stations a été établi dans la zone de l'embouchure de la Romaine, car l'apport d'eau douce y a une plus grande influence.

Les dénombrements ont été réalisés selon quatre périodes de terrain synchronisées avec le cycle annuel de l'avifaune :

- La première (14 et 18 février 2005) correspond à la période d'hivernage des oiseaux, alors que la superficie d'eau libre de glace dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent est la moins étendue (Service canadien des glaces, 2005).
- La deuxième (3 au 21 mai 2005) coïncide avec la migration printanière des oiseaux en route vers leurs aires de reproduction.
- La troisième (9 juillet au 13 août 2005) concorde avec la période de reproduction des sternes, des canards, des goélands et des cormorans ainsi qu'avec le début de la migration des limicoles.
- La dernière période (27 septembre au 15 octobre 2005) correspond à la migration automnale des oiseaux.

Des inventaires aériens réalisés à la fin de l'hiver 2000 (14 et 15 mars) ainsi qu'au printemps (27 mai et 10 juin) et à l'été 2004 (20 juillet et 6 août) ont aussi permis de compléter l'information concernant le nombre d'espèces présentes et le statut des espèces dans la zone d'étude

Les dénombrements aériens ont été réalisés selon la méthode mise au point par le Service canadien de la faune dans le cadre du Plan conjoint sur le Canard noir (Bordage et Plante, 1997 ; Bordage et coll., 2003). Les oiseaux sont dénombrés par un comptage visuel en hélicoptère à basse altitude (de 10 à 30 m) et à vitesse réduite (de 30 à 60 km/h). La méthode consiste à survoler toutes les rives et toute la surface en eau incluses dans le secteur étudié.

Les dénombrements au sol effectués au cours du printemps, de l'été et de l'automne s'inspirent des méthodes de Benoit et coll. (1991), de Guillemette et Himmelman (1996), de Reed et coll. (1996*a* et 1996*b*) et de Robert et coll. (2003). La méthode utilisée consiste à détecter les oiseaux présents à partir d'un poste d'observation fixe (station d'observation) choisi et validé avant le début des activités de terrain. Treize stations d'observation ont servi à la collecte de l'information. Six d'entre elles sont situées dans la zone de l'embouchure de la rivière, trois, dans le chenal de Mingan et quatre, à l'est du panache. À chacune des stations, l'observateur effectue un balayage complet du secteur étudié dans un rayon de 2 km à l'aide d'une lunette d'approche. Chaque balayage correspond à une période de dénombrement. Chaque séance d'observation a une durée approximative de 6 heures et est composée de six périodes de dénombrement d'une durée de 30 à 60 minutes chacune. La répartition d'une séance d'observation sur une journée est déterminée selon l'heure des pleines marées basses et hautes, chaque séance étant centrée sur l'une des marées. La majeure partie des séances d'observation (62 %) ont eu lieu à marée basse en raison de la propension des oiseaux aquatiques à s'alimenter davantage à ce moment de la journée. Les oiseaux présents étaient comptés, identifiés à l'espèce et situés sur des cartes du secteur d'étude, et leur activité (notamment pour l'alimentation et le repos) était déterminée.

Analyses

Le nombre total d'oiseaux par espèce a été établi pour chacun des inventaires. Dans le cas des dénombrements au sol, le nombre maximal et la densité maximale des individus par espèce ou par groupe d'espèces observés au cours d'une période de dénombrement ont été calculés pour chaque station d'observation et pour chacune des trois périodes d'inventaire (printemps, été et automne). On a regroupé certains comportements afin de bien représenter les comportements de quête alimentaire et de repos des différentes espèces. Certaines espèces ont également été regroupées selon leur taxonomie à des fins d'analyse.

Les observations des dénombrements au sol ont été numérisées et géoréférencées avec le logiciel MapInfo Professional 7.5, en utilisant comme référence l'orthophotographie de la zone de l'embouchure et une image satellite du chenal de Mingan. Afin de déterminer les principales aires d'alimentation et de repos des espèces, on a effectué une analyse de densité à l'aide du module Spatial Analyst d'ArcGIS 9.1, en fonction du nombre d'oiseaux en train de s'alimenter ou de se reposer. Pour ce faire, les effectifs observés sont pondérés selon le nombre de périodes de dénombrement pour chaque station et chaque saison. Les densités calculées ont ensuite été regroupées en trois ou quatre classes correspondant chacune à la valeur de l'écart-type de la densité moyenne obtenue après pondération. L'isoligne délimitant la classe ayant la plus haute densité a servi à illustrer les aires d'alimentation et de repos.

La profondeur d'alimentation des oiseaux (c'est-à-dire l'épaisseur de la colonne d'eau ou l'élévation par rapport à la limite de la marée) a été déterminée avec le logiciel ArcGIS 9.1 au moyen d'un modèle numérique de terrain associé aux niveaux de marée consignés en 2005 par Hydro-Québec. Les données de marées ont été relevées tous les quinze minutes.

M16.2.6 Espèces à statut particulier

Mise à jour de l'information

On a consulté différentes banques de données afin de compléter l'information concernant les espèces à statut particulier dans la zone d'étude. Ces sources d'information sont décrites dans les sections précédentes, selon le groupe taxonomique des espèces.

Inventaires et analyses

Toutes les espèces à statut particulier ont fait l'objet d'une attention particulière au cours des inventaires de l'avifaune (rivière, réservoirs, tributaires et embouchure) :

- Le garrot d'Islande et l'arlequin plongeur ont notamment été dénombrés au cours des inventaires de la sauvagine (principalement dans les tributaires pour le garrot d'Islande et dans les sections tumultueuses des rivières pour l'arlequin) ;
- L'aigle royal, le pygargue à tête blanche, le faucon pèlerin et le hibou des marais ont été comptés dans le cadre des inventaires d'oiseaux de proie.
- La grive de Bicknell a été traitée pendant les dénombrements d'oiseaux forestiers et a fait l'objet d'une repasse de chants visant à détecter sa présence dans les stations d'échantillonnage d'oiseaux forestiers.

Les méthodes de dénombrement de ces espèces et les analyses des observations sont décrites de manière détaillée dans les sections relatives à leur groupe taxonomique respectif.

M16.3 Références

Aebischer, N.J., P.A. Robertson et R.E. Kenward. 1993. « Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data ». *Ecology,* vol. 74, nº 5, p. 1313-1325.

Association québécoise des groupes d'ornithologues (AQGO). 2004. *Suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec (SOS-POP)*. Montréal, AQGO.

Benoit, R., 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Sauvagine et autres oiseaux aquatiques.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 169 p. et ann.

Benoit, R., C. Latendresse et F. Bédard. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux forestiers.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 95 p. et ann.

Benoit, R., A. Reed, R. Lalumière et G. Morissette. 1991. *Utilisation par la sauvagine des habitats côtiers de la baie Of Many Islands, baie James*. Préparé pour la Société d'énergie de la Baie James. Loretteville, Groupe Environnement Shooner. 49 p. et ann.

Bibby, C.J., N.D. Burgess, D. Hill et S. Mustoe. 2000. *Bird census techniques*. San Diego, Academic Press. 302 p.

Bird, D.M., et D. Henderson. 1995. « Pygargue à tête blanche ». *In* J. Gauthier et Y. Aubry (dir.). *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 Environnement Canada, p. 364-367.

Blondel, J.C., C. Ferry et B. Frochot. 1970. « La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute ». *Alauda*, vol. 38, p. 55-71.

Bordage, D., et C. Lepage. 2004. *Données inédites de l'inventaire en hélicoptère du Plan conjoint sur le Canard noir au Québec 1990-2003*. Québec, Environnement Canada, Service canadien de la faune.

Bordage, D., C. Lepage et S. Orichefsky. 2003. *Inventaire en hélicoptère du Plan conjoint sur le Canard noir au Québec. Printemps 2003*. Sainte-Foy, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 26 p.

Bordage, D., et N. Plante. 1997. *Tendance des effectifs nicheurs de Canard noir et de Canard colvert au Québec méridional. 1985-1995*. Série de rapports techniques nº 36. Sainte-Foy, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 46 p.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation littorale dans la zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 22 p. et ann.

Canada, Ministère de l'Environnement. 1997. *Guide pour l'évaluation des impacts sur les oiseaux*. Sainte-Foy, Environnement Canada, Division des évaluations environnementales et Service canadien de la faune, région du Québec. 50 p. et ann.

Casgrain, P., et P. Legendre. 2001. *The R Package for Multivariate and Spatial Analysis, version 4.0 d6. User's Manual.* Montréal, Université de Montréal, Département des sciences biologiques. En ligne : [http://www.fas.umontreal.ca].

Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). 2004. *Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec.* Québec, CDPNQ. En ligne : [http://www.cdpnq.gouv.qc.ca].

DesGranges, J.-L. 1995. « Balbuzard ». *In* J. Gauthier et Y. Aubry (dir.). *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 Environnement Canada, p. 360-363.

Gauthier, J., et Y. Aubry (dir.). 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 Environnement Canada. 1 295 p.

Gollop, J.B., et W.H. Marshall. 1954. *A guide for aging duck broods in the field*. Minneapolis, Mississippi Flyway Council Technical Section. 14 p.

Guillemette, M., et J.H. Himmelman. 1996. « Distribution of wintering Common Eiders over mussel beds : does the ideal free distribution apply ? » *Oikos,* vol. 76, p. 435-442.

Kochert, M.N., 1986. « Raptors ». *In* A.Y. Cooperrider, R.J. Boyd et H.R. Stuart (réd.). *Inventory and monitoring of wildlife habitat*. Denver, U.S. Department of Interior, Bureau of Land Management, p. 313-349.

Larivée, J., 2004. *Étude des populations d'oiseaux du Québec (EPOQ). Base de données ornithologiques*. Rimouski, Association québécoise des groupes d'ornithologues.

Laroche, B., 1983. « Dynamique hydraulique et sédimentaire du delta actif de la rivière Romaine ». Mémoire de maîtrise. Rimouski, Université du Québec à Rimouski. 153 p. et ann.

Legendre, P., et L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology.* Amsterdam, Elsevier Science B.V.

Morneau, F., et R. Benoit. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux de proie.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 64 p. et ann.

Neu, C.W., C.R. Byers et J.M. Peek. 1974. « A technique for analysis of utilization-availability data ». *Journal of Wildlife Management,* vol. 38, p. 541-545.

Poly-Géo.2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Géomorphologie. Caractérisation de l'évolution des rives et sensibilité à l'érosion.* Version préliminaire. 3 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 177 p. et ann.

Reed, A., R. Benoit, R. Lalumière et M. Julien. 1996*a*. *Utilisation des habitats côtiers du nord-est de la baie James par les bernaches*. Hors série n° 92. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune. 49 p. et ann.

Reed, A., R. Benoit, R. Lalumière et M. Julien.1996*b*. *Utilisation des habitats côtiers du nord-est de la baie James par les canards*. Hors série n° 90. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune. 37 p. et ann.

Robbins, C.S. 1981. « Effect of time of day on bird activity ». *Studies in Avian Biology*, vol. 6, p. 275-286.

Robert, M., R. Benoit, C. Marcotte, J.-P.L. Savard, D. Bordage et D. Bourget. 2003. *Le Garrot d'Islande dans l'estuaire du Saint-Laurent. Calendrier de présence annuelle, répartition, abondance, âge-ratio et sex-ratio*. Série de rapports techniques nº 398. Sainte-Foy, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 70 p. et ann.

SAS Institute. 2005. *SAS OnlineDoc 9.1.3*. Cary (NC), SAS Institute.

Sénéchal, H., R. Benoit, A. Chouinard, A. Maloney et F. Bédard. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 189 p. et ann.

Service canadien de la faune (SCF). 2005. *Banque informatisée des oiseaux de mer du Québec (BIOMQ). Colonies d'oiseaux de mer au Québec.* Sainte-Foy, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. En ligne : [http://mercator.qc.ec.gc.ca].

Service canadien des glaces. 2005. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien des glaces. En ligne : [http://ice-glaces.ec.gc.ca].

Steenhof, K. 1987. « Assessing raptor reproductive success and productivity ». *In* B.A. Giron Pendleton, B.A. Millsap, K.W. Cline et D.M. Bird (réd.). *Raptor management techniques manual.* National Wildlife Federation Science Technical Series vol. 10. Washington (DC), National Wildlife Federation, p. 157-170.

Tecsult Environnement. 2002*a*. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude des limicoles et des oiseaux forestiers, printemps et été 2001*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult Environnement. Pag. multiple.

Tecsult Environnement. 2002*b*. *Cartographie numérique de la végétation. Bassin de la rivière Romaine et territoires adjacents*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Tecsult Environnement. Pag. multiple.

M17 Océanographie biologique

- Objectifs et zone d’étude
- Méthodes
- Modèle numérique de production planctonique
- Références

M17.1 Objectifs et zone d'étude

L'étude vise la caractérisation des habitats aquatiques, l'évaluation de la fraie de l'éperlan arc-en-ciel et de l'omble de fontaine, l'utilisation de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine par l'ensemble des espèces de poissons, l'évaluation de la densité de la mye commune ainsi que l'évaluation de l'abondance et de la répartition du crabe des neiges dans le chenal de Mingan. Les inventaires réalisés en 2004 et en 2005 (Lorrain et coll., 2005 ; ISMER et Environnement Illimité, 2006) ont permis de compléter les connaissances et les résultats obtenus en 1980, en 1981 et en 2001 (André Marsan et Associés, 1983 ; Desrosiers et coll., 1983 ; Environnement Illimité, 2002).

En 2001, la zone d'étude recouvrait uniquement les embouchures des rivières Lechasseur, Romaine et Aisley. En 2004, elle englobait toute la zone de l'embouchure de la Romaine : d'ouest en est, de la pointe Paradis à la pointe à Aisley et, du nord au sud, de la côte aux îles de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine, pour une superficie totale d'environ 14 km^2. La zone d'étude comprenait également le tronçon aval des rivières Lechasseur, Romaine et Aisley jusqu'aux ponts de la route 138 (voir la carte 5-3). Pour les études de poissons, tous les types d'habitats ont été échantillonnés (rivières, fosses, chenaux, hauts-fonds et herbiers aquatiques). Pour l'étude des mollusques comestibles, les stations ont été réparties sur les hauts-fonds et dans les zostéraies.

La zone d'étude a été subdivisée en trois sous-zones : les couronnes intérieure et extérieure de la zone de l'embouchure et le chenal de Mingan. Ces trois sous-zones permettent d'interpréter les résultats en fonction du passage graduel d'un milieu d'eau douce, représenté par l'embouchure des trois exutoires de la Romaine et par celle de la rivière Lechasseur, au milieu marin du chenal de Mingan.

Pour l'étude du crabe des neiges en 2005, 30 stations ont été réparties sur environ 96 km^2 du chenal de Mingan, de la côte à la Grande Île, à l'île Quarry et à l'île Niapiskau.

Enfin, on a utilisé un modèle numérique pour prévoir l'effet de l'exploitation du complexe de la Romaine sur la production planctonique du chenal de Mingan.

M17.2 Méthodes

La présente section résume les méthodes décrites dans les études sectorielles suivantes :

- Environnement Illimité. 2007. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Note technique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 17 p. et ann.

- Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.
- Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) et Environnement Illimité. 2006. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Observations sur le crabe des neiges et les crabes araignées dans le chenal de Mingan*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Rimouski, ISMER et Environnement Illimité. 46 p. et ann.
- Saucier, F., B. Zakardjian, S. Senneville et V. Le Fouest. 2007. *Étude de l'effet de l'aménagement du complexe hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques du chenal de Mingan à l'aide d'un simulateur numérique tridimensionnel à haute définition.* Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski. 63 p.

M17.2.1 Inventaire

M17.2.1.1 Habitats aquatiques

Les habitats aquatiques ont été caractérisés durant les activités d'échantillonnage de poissons et de mollusques.

Pour ce faire, on a fait une évaluation visuelle de la vitesse d'écoulement, du substrat, de la végétation aquatique ainsi que du type de milieu aquatique aux stations de pêche et de récolte de mollusques. La présence de zostéraies et de marécages a également été notée. De plus, les zostéraies ont été délimitées à l'aide de coordonnées GPS prises lors d'un survol en hélicoptère. On a complété cette information par une plongée en apnée et au moyen de pêches à la seine de rivage, afin de préciser le pourcentage de recouvrement des herbiers (densité des plants de zostère) et d'identifier à l'espèce les poissons et certains autres organismes aquatiques présents. L'évolution des zostéraies a pu être visualisée grâce à des photographies aériennes plus anciennes (1948, 1960, 1977, 1980 et 1999).

M17.2.1.2 Poissons

En 2001, l'échantillonnage visait à vérifier la présence de deux espèces anadromes d'intérêt récréatif – l'éperlan arc-en-ciel et l'omble de fontaine – ainsi que l'utilisation du milieu comme aire de fraie par ces espèces. L'effort de pêche a été plus important en juin (40 stations, 178,8 nuits) qu'en août (33 stations, 125,1 nuits) et a été limité aux embouchures des rivières Romaine, Lechasseur et Aisley et à leurs environs.

Les pêches se sont déroulées du 4 au 23 juin et du 16 au 21 août. On a utilisé un filet maillant multifilament (30,5 m de longueur, 1,8 m de hauteur, mailles étirées de 51 mm), un verveux carré (1,2 m d'ouverture, 4,8 m de longueur, mailles de

51 mm), un filet-trappe de type Alaska (ouverture de 1,8 m sur 1 m, 5,0 m de longueur, mailles de 25 mm) et un autre type de verveux carré (0,7 m d'ouverture, 3,3 m de longueur, mailles de 20 mm).

En 2004, on a recueilli des informations complémentaires à celles de 2001 sur la fraie de l'éperlan arc-en-ciel et de l'omble de fontaine. L'échantillonnage des autres espèces diadromes et marines a permis de préciser leur utilisation des habitats aquatiques.

L'effort de pêche a été concentré dans trois parties de l'embouchure de la Romaine (voir la carte 5-3) :

- La *partie amont* de l'embouchure comprend huit zones de pêche : la zone située au pied du rapide à Brillant, les fosses au pied de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute, les baies de l'Auberge et de la Fausse Chute, la baie Lechasseur ainsi que la rivière Lechasseur et le tronçon amont du chenal ouest.
- La *partie médiane* compte quatre zones de pêche : le tronçon médian du chenal ouest, les tronçons amont des chenaux central et est de même que la baie Aisley.
- La *partie aval* englobe cinq zones de pêche : le tronçon aval du chenal ouest de même que les tronçons médian et aval des chenaux central et est. L'échantillonnage a été plus intensif dans la partie amont pour couvrir la fraie de l'éperlan arc-en-ciel et de l'omble de fontaine.

La campagne de suivi de la fraie de l'éperlan arc-en-ciel s'est déroulée du 7 juin au 6 juillet 2004, alors que les pêches de suivi de la fraie de l'omble de fontaine ont été effectuées du 24 août au 22 octobre. On a aussi fait des échantillonnages estivaux, du 22 juillet au 7 août 2004, afin de mieux connaître les aires d'alimentation des espèces dulcicoles et marines.

La recherche de géniteurs pour l'éperlan arc-en-ciel a été effectuée à l'aide du filet expérimental (45,7 m de longueur, 1,8 m de hauteur, mailles étirées de 25 à 100 mm) et du filet-trappe de type Alaska (ouverture de 1,8 m sur 0,9 m, 5,0 m de longueur, quatre cerceaux, mailles de 25 mm). On a également utilisé un second filet-trappe (de type *fike net*) adapté aux forts courants (ouverture de 1,8 m sur 0,9 m, 3,0 m de longueur, absence de cerceau, mailles de 25 mm). Dans les zones de profondeurs inférieures à 2 m, on s'est servi du verveux carré (0,7 m d'ouverture, 3,3 m de longueur, mailles de 20 mm). On a recherché les géniteurs d'omble de fontaine à l'aide du filet-trappe et du filet expérimental ; dans la rivière Lechasseur, on a aussi pêché à la ligne. Pour les autres espèces, on a utilisé le filet-trappe et le filet expérimental. Les œufs et les larves ont été récoltés avec un filet de dérive conique (ouverture de 0,5 m de diamètre, 1,5 m de longueur, mailles de 500 µm) et avec un troubleau muni d'un manche (ouverture de 0,45 m sur 0,3 m, mailles de 500 µm).

La profondeur, la température et la salinité de l'eau ont été mesurées à l'aide d'une sonde YSI.

M17.2.1.3 Mollusques comestibles des battures et crabe des neiges

L'évaluation de la ressource coquillière exploitable commercialement dans la zone de l'embouchure de la Romaine touchait principalement la mye commune, tandis qu'un échantillonnage exploratoire du crabe des neiges dans le chenal de Mingan a permis de connaître sa répartition et son abondance.

L'échantillonnage de la mye commune a été effectué sur l'ensemble des hauts-fonds, à partir de la limite supérieure de la zone intertidale jusqu'à 1 m sous la limite de la marée basse, dans les secteurs potentiellement accessibles à pied ou en embarcation. On a ainsi échantillonné 60 stations dans les parties amont, médiane et aval de la zone de l'embouchure de la Romaine entre le 25 août et le 15 septembre 2004. Un quadrat de 0,25 m^2 sur 0,2 m de hauteur a délimité les limites de chaque station d'échantillonnage. La récolte a été effectuée à la pelle dans les profondeurs d'eau inférieures à 0,3 m et à l'aide d'une pompe à substrat entre 0,3 m et 1,0 m. Tous les organismes ont été récoltés jusqu'à 0,3 m de profondeur et leur dénombrement s'est fait par strates de sédiments de 0,1 m d'épaisseur. Le nombre total de myes dans le quadrat a été reporté sur une superficie de 1,0 m^2.

L'inventaire du crabe des neiges s'est déroulé du 8 au 14 octobre et du 9 au 13 novembre 2005 dans le chenal de Mingan. On a effectué un échantillonnage systématique de 30 carrés de 1 mille nautique (1 852 m) de côté à bord de deux pétoncliers, à l'aide d'un chalut à perche de 1,7 m d'ouverture horizontale équipé d'une poche à mailles de 15 mm. La vitesse et la durée des traits de chalut, initialement deux nœuds et 15 minutes, ont varié en fonction des interruptions occasionnées par la nature du substrat et le relief accidenté. La durée des traits et leur profondeur étaient enregistrées. Les résultats à l'une des stations ont été rejetés en raison de difficultés d'échantillonnage.

M17.2.1.4 Mammifères marins

Il n'y a eu aucun inventaire systématique des mammifères marins dans la zone d'étude. Cependant, des observations ponctuelles des mammifères marins susceptibles de fréquenter la zone, soit les pinnipèdes (phoques), les odontocètes et les mysticètes (cétacés), ont été faites en bateau entre le 17 mai et le 21 octobre 2004. Ces observations ont permis de compléter les données recueillies entre 1984 et 2001 par la Station de recherche des îles Mingan (MICS). L'emplacement de tous les mammifères marins observés a été transcrit sur une carte ou géoréférencé par GPS sur le terrain.

M17.2.2 Analyse

M17.2.2.1 Poissons

On a déterminé les caractéristiques biométriques suivantes pour l'éperlan arc-en-ciel et l'omble de fontaine :

- âge, par analyse de structures osseuses (écailles et otolithes) ;
- masse corporelle ;
- sexe ;
- stade de maturité.

Le nombre de captures (poissons adultes, immatures et d'âge indéterminé) et l'effort de pêche ont servi à calculer les rendements de pêche (nombre de poissons par filet-jour) de l'ensemble des espèces ainsi que le coefficient de condition des éperlans arc-en-ciel et des ombles de fontaine.

M17.2.2.2 Mollusques comestibles des battures et crabe des neiges

Les myes ont été mesurées à l'aide d'un vernier (longueur maximale antéropostérieure) et pesées en poids humide (mye entière avec coquille). On a évalué l'âge des myes en comptant les stries de croissance sur la valve gauche, en supposant qu'un seul anneau était produit par année (Brulotte et Giguère, 2003 ; Procéan, 1993).

En ce qui concerne le crabe des neiges, on a pris les mesures suivantes après chaque activité de chalutage :

- largeur de la carapace pour les deux sexes (mm) ;
- hauteur de la pince pour les mâles (mm) ;
- largeur de l'abdomen pour les femelles (mm) ;
- présence ou non d'œufs (femelle).

Le nombre de captures de crabes des neiges et l'effort de pêche ont servi à calculer les rendements de pêche (nombre de crabes par tranche de dix minutes). Grâce aux caractéristiques biométriques, on a déterminé la proportion de crabes des neiges matures et immatures à l'aide d'une fonction discriminante pour les mâles (Sainte-Marie et Hazel, 1992), tandis que pour les femelles on a observé la forme de l'abdomen et noté la présence ou non d'œufs.

La fonction discriminante pour les crabes des neiges mâles est la suivante :

$$V = 3,0808 - 1,3304 \times LnLc + LnHp$$

Équation M17-1

où :

- Ln est le logarithme népérien ;
- Lc est la largeur de la carapace en millimètres ;
- Hp est la hauteur de la pince droite en millimètres ;
- $V > 0$ indique que le crabe est mature ;
- $V < 0$ indique que le crabe est immature.

M17.2.2.3 Mammifères marins

Les observations de l'abondance des mammifères marins étaient espacées d'environ deux semaines. Les données ont été regroupées en distinguant les espèces de phoques, les marsouins communs et les petits rorquals.

M17.3 Modèle numérique de production planctonique

M17.3.1 Approche méthodologique

On a utilisé un modèle numérique pour prévoir l'effet de l'exploitation du complexe de la Romaine sur la production planctonique du chenal de Mingan. Ce modèle consiste en un simulateur numérique tridimensionnel à haute définition (mailles de 400 m) reproduisant la circulation générale et la production planctonique dans le chenal de Mingan (Saucier et coll., 2007). Il a la particularité d'être imbriqué à un simulateur régional du golfe du Saint-Laurent (mailles de 5 km).

Dans un premier temps, les cycles saisonniers simulés sont étalonnés et validés pour la circulation générale et la production planctonique. Ensuite, on reprend cette simulation témoin en ne modifiant que le débit de la Romaine, suivant un scénario correspondant à l'exploitation prévue du complexe de la Romaine. L'analyse des différences de circulation et de production planctonique entre les deux simulations permet d'isoler et de préciser les modifications induites par l'exploitation du complexe. Les simulations ont été réalisées pour les conditions de débit actuelles et futures de 2001.

M17.3.2 Description des modèles

Le modèle hydrodynamique est dérivé du modèle de glace de mer et de circulation du golfe du Saint-Laurent créé par Saucier et coll. (2003 et 2004) et couramment utilisé à l'institut Maurice-Lamontagne (Pêches et Océans Canada). Il constitue la composante océanique du modèle opérationnel de prévision météorologique et du

modèle climatique régional canadien pour le golfe du Saint-Laurent. La capacité du modèle à produire des solutions réalistes a été validée avec succès à l'aide de données de terrain et d'images satellites, de 1997 à 2003 pour les composantes physiques et de 1997 à 1999 pour les composantes biologiques. Les références d'application et de validation sont fournies par Saucier et coll. (2007).

Pour simuler l'hydrodynamique du chenal de Mingan, on a imbriqué une grille de plus hautes définitions spatiale et temporelle à l'intérieur du modèle régional du golfe du Saint-Laurent. La simulation numérique à haute définition (HD) permet de focaliser et de préciser les solutions régionales à une échelle horizontale de 400 m, plus fine que les 5 km originels. La résolution verticale est de 3 m pour la colonne d'eau de 0 à 45 m de profondeur et de 5 m pour les profondeurs supérieures. On a sauvegardé les champs des variables physiques et biologiques toutes les heures pour tenir compte de la variabilité des marées.

Le modèle HD est dit couplé au modèle régional. C'est donc le modèle régional qui fournit l'ensemble des variables physiques (température, salinité et niveau d'eau) et des composantes chimiques et biologiques (sels nutritifs, phytoplancton, zooplancton et détritus) aux frontières ouvertes du modèle HD ainsi que les conditions initiales interpolées dans le domaine au début de la simulation.

Les modèles régionaux sont étalonnés à l'aide des données physiques et biologiques du golfe du Saint-Laurent. Ils commencent en décembre, période pendant laquelle le système varie le moins sur les plans physique et biologique ; les données proviennent d'une mission de mesures conduite par Pêches et Océans Canada pour la prévision des glaces. Les résultats des modèles régionaux sont ensuite extraits le long des frontières du domaine et imposés aux modèles à haute définition. Ces derniers sont démarrés pour la période du 1er mars au 31 août 2001. Le domaine HD modélisé déborde légèrement les limites du chenal de Mingan afin de bien représenter ce sous-domaine. Les simulateurs à haute résolution utilisent les intrants respectifs des conditions de débits naturels et modifiés de la rivière Romaine.

Les simulations comprennent donc la période de production planctonique la plus intense, soit de la fonte des glaces à la fin d'août. L'année choisie présente deux crues : la crue printanière de la mi-mai (culminant à 1 572 m^3/s) et une crue d'automne à la mi-juillet (936 m^3/s). Une telle crue est peu fréquente à la mi-juillet, mais il y en a eu une en 2001.

En comparant les résultats de niveau d'eau, de salinité, de température et de vitesse du courant est-ouest provenant du modèle HD et les données de terrain, on constate que le modèle HD simule remarquablement bien l'hydrodynamique du chenal de Mingan.

Pour la partie biologique, on utilise plutôt le modèle couplé d'écosystème planctonique de Le Fouest et coll. (2005). Il tire avantage des résultats du modèle hydrodynamique pour simuler les plus importantes variables d'intérêt en écologie planctonique, dont la stratification thermohaline, le mélange et la circulation des eaux. Il met en compétition deux chaînes trophiques typiques des eaux côtières tempérées et subarctiques : une chaîne herbivore et une chaîne microbienne. Il prend en compte les composantes suivantes :

- deux types de nutriments : les nitrates (NO_3^-), source de production nouvelle, et l'ammonium (NH_4^+), source de production de régénération ;
- deux types de phytoplancton : les petits flagellés autotrophes (< 5 µm) et les diatomées (> 5 µm) assimilant tous deux les nitrates et l'ammonium ;
- deux types de zooplancton : le microzooplancton (< 200 µm) et le mésozooplancton (> 200 µm) ;
- deux types de matière organique : la matière organique dissoute (MOD) et la matière organique particulaire (MOP) qui sédimente.

La chaîne trophique herbivore regroupe les diatomées, le mésozooplancton et la matière organique particulaire ; elle est principalement alimentée par les nitrates. Un couplage étroit entre les taux de croissance des flagellés, le taux de broutage du microzooplancton et la régénération de la matière organique dissoute en ammonium rend compte de la dynamique particulière du réseau trophique microbien, qui fonctionne principalement à partir de cette régénération de la matière organique. La validation des simulations de la production planctonique en conditions de débit naturel et en conditions de débit modifié montre un cycle et des valeurs de production typiques du nord du golfe du Saint-Laurent (Le Fouest et coll., 2005).

M17.4 Références

André Marsan et Associés. 1983. *Étude intégrée d'Environnement de la Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, André Marsan et Associés. 244 p.

Brulotte, S., et M. Giguère. 2003. *Évaluation d'un gisement de mye commune (*Mya arenaria*) de l'embouchure de la rivière Mingan, Québec*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques nº 2511. Ottawa, Pêches et Océans Canada. 58 p.

Desrosiers, G., J.-C. Brêthes et B. Bourgoin. 1983. *Étude spatio-temporelle des peuplements benthiques du delta de la rivière Romaine (Moyenne-Côte-Nord), Québec*. Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Département d'océanographie. 101 p.

Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu : océanographie physique et biologique*. Préparé pour Hydro-Québec Ingénierie, approvisionnement et construction. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.

Environnement Illimité. 2007. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Note technique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 17 p. et ann.

Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) et Environnement Illimité. 2006. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Observations sur le crabe des neiges et les crabes araignées dans le chenal de Mingan*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Rimouski, ISMER et Environnement Illimité. 46 p. et ann.

Le Fouest, V., B. Zakardjian, F.J. Saucier et M. Starr. 2005. « Seasonal versus synoptic variability in planktonic production in a high-latitude marginal sea : the Gulf of St. Lawrence (Canada) ». *Journal of Geophysical Research*, vol. C110, nº C9, p. C09012.

Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure*. *Rapport de mission 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.

Procéan. 1993. *Évaluation des stocks de myes (*Mya arenaria*) dans la région de Havre Saint-Pierre et potentiel d'exploitation.* Québec, Pêches et Océans Canada et Union des capitaines propriétaires de la Minganie. 63 p. et ann.

Sainte-Marie, B., et F. Hazel. 1992. « Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (*O. Fabricius*) in shallow waters of the Northwestern Gulf of St. Lawrence ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 49, p. 1282-1293.

Saucier, F.J., F. Roy, D. Gilbert, P. Pellerin et H. Ritchie. 2003. « Modeling the formation and circulation processes of water masses and sea ice in the Gulf of St. Lawrence ». *Journal of Geophysical Research*, vol. 108, nº C8, p. 3269-3289.

Saucier, F.J., S. Senneville, S. Prinsenberg, F. Roy, P. Gachon, D. Caya et R. Laprise. 2004. « Modeling the ice-ocean seasonal cycle in Hudson Bay, Foxe Basin and Hudson Strait, Canada ». *Climate Dynamics*, vol. 23, p. 303-326.

Saucier, F., B. Zakardjian, S. Senneville et V. Le Fouest. 2007. *Étude de l'effet de l'aménagement du complexe hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques du chenal de Mingan à l'aide d'un simulateur numérique tridimensionnel à haute définition.* Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski. 63 p.

M18 Utilisation du territoire par les Minganois

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M18.1 Objectifs

Le principal objectif de cette étude est de recueillir des données pertinentes sur les composantes du milieu humain afin de dresser un portrait du milieu d'accueil du projet. Ce portrait est nécessaire pour évaluer les répercussions du projet et répondre aux exigences des autorités gouvernementales, notamment aux directives du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) et de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale.

La collecte de données relatives à l'aménagement et à l'utilisation du territoire vise à acquérir une connaissance globale du cadre administratif du projet et de l'utilisation actuelle et projetée du territoire dans la zone d'inventaire de l'utilisation du territoire par les Minganois (voir les cartes L et M dans le volume 10). Plus précisément, il s'agit de décrire :

- l'organisation administrative du développement du territoire ;
- le régime juridique et administratif du territoire ;
- les outils de planification en place (ex. : schéma d'aménagement et de développement et réglementations d'urbanisme) ;
- l'utilisation actuelle et prévue du territoire dans la zone d'étude, notamment les secteurs visés par le projet ;
- les projets de développement connus et les orientations de développement ;
- les infrastructures routière, portuaire et aéroportuaire ;
- les équipements collectifs (alimentation en eau potable, traitement des eaux usées et gestion des déchets).

Les renseignements recueillis sur l'aménagement et sur l'utilisation du territoire sont présentés dans l'étude sectorielle suivante :

- Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire.* Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Depuis le dépôt de cette étude en 2005, certaines informations concernant l'utilisation du territoire par les Minganois ont été mises à jour à partir de données obtenues d'intervenants du milieu et de documents produits en 2006 et en 2007. La description de certains aspects de l'utilisation du territoire par les Minganois présentée dans l'étude d'impact peut donc différer de celle du rapport d'inventaire du milieu humain.

M18.2 Méthodes

L'étude repose, d'une part, sur des entrevues et sur des rencontres menées avec des groupes et organismes locaux et régionaux concernés par le projet et, d'autre part, sur des enquêtes réalisées auprès des utilisateurs du territoire à l'étude. On a également effectué des inventaires sur le terrain de même qu'une revue de la documentation existante.

M18.2.1 Documentation

La description de l'utilisation du territoire par les Minganois s'appuie sur de nombreuses sources, notamment les documents suivants en ce qui concerne la planification locale et régionale :

- Schéma d'aménagement de la MRC de Minganie ;
- Document sur les objets de la révision ;
- Plan d'affectation des terres du domaine public ;
- Plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Côte-Nord ;
- Plan de développement stratégique de la Côte-Nord 1999-2004 ;
- Entente cadre de développement de la région Côte-Nord 2000-2005 ;
- Plan de développement de la Côte-Nord 2007-2012 ;
- Plan de transport de la Côte-Nord ;
- Plan stratégique de développement et de marketing touristique 2007-2010 ;
- Plan régional de développement du territoire public – Côte-Nord (PRDTP) ;
- Entente administrative relative au développement de la villégiature riveraine sur le territoire public ;
- Plan directeur de la réserve de parc du Canada de l'Archipel-de-Mingan ;
- réglementation d'urbanisme de Havre-Saint-Pierre ;
- réglementation d'urbanisme de la MRC de Minganie (pour les territoires non organisés).

En ce qui a trait à l'utilisation actuelle du territoire par les Minganois, on a également consulté des inventaires réalisés dans le cadre d'études environnementales ainsi que des cartes ou documents de Parcs Canada, de Transports Canada, de Ressources naturelles Canada, du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) et du ministère des Transports du Québec (MTQ).

Les données relatives à la pêche commerciale proviennent principalement du ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) et du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

M18.2.2 Inventaires sur le terrain

Cinq survols de la zone d'étude ont été effectués en juin, août et septembre 2004 ainsi qu'en février et octobre 2005 dans le but d'inventorier les usages et occupations du territoire (bâtiments, infrastructures, etc.). Ces inventaires concernaient plus particulièrement la rivière Romaine et ses abords ainsi que les territoires susceptibles d'être touchés par le projet.

Afin de situer avec plus de précision les constructions et installations présentes le long de la Romaine, on a remonté la rivière de l'embouchure jusqu'à l'emplacement projeté de la centrale de la Romaine-1. Ce relevé a été effectué avec un membre de l'Association chasse et pêche de Havre-Saint-Pierre (ACPHSP) le 10 août 2004.

M18.2.3 Rencontres et entrevues

En 2004 et en 2005, des entrevues téléphoniques et des rencontres ont été organisées avec des acteurs du milieu. Elles avaient pour but de mettre à jour les éléments d'inventaire recueillis dans la documentation existante et d'approfondir certaines questions.

Avant chaque entrevue et rencontre, on a transmis un guide d'entrevue aux personnes ou aux organismes concernés pour leur indiquer le type d'informations recherchées. Les guides d'entrevue sont regroupés à l'annexe B de l'étude sectorielle sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

Des représentants des ministères, des municipalités et des organismes ci-dessous ont été rencontrés ou contactés :

- Association chasse et pêche de Havre-Saint-Pierre ;
- Chambre de commerce de Havre-Saint-Pierre ;
- Association touristique régionale de Duplessis ;
- centre local de développement Minganie ;
- conférence régionale des élus de la Côte-Nord ;
- Corporation de développement économique de Havre-Saint-Pierre ;
- Corporation de développement et de gestion du port de Havre-Saint-Pierre ;
- ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ;
- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec ;
- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur des forêts ;
- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur des mines ;

- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur du territoire ;
- ministère des Transports du Québec ;
- municipalité de Havre-Saint-Pierre ;
- municipalité de Longue-Pointe-de-Mingan ;
- municipalité de Natashquan ;
- municipalité régionale de comté de Minganie ;
- Parcs Canada ;
- Pêches et Océans Canada ;
- Transports Canada.

Les rencontres et entrevues ont notamment porté sur les questions suivantes :

- limites et régime administratifs ;
- rôles et responsabilités en matière d'aménagement du territoire ;
- utilisation du sol dans la zone d'étude : usages, infrastructures routière, portuaire et aéroportuaire, équipements collectifs pour la gestion de l'eau potable, des eaux usées et des déchets ;
- problématique régionale du développement, orientations d'aménagement, réglementations et projets de développement ;
- potentiel et ressources de la zone d'étude ;
- activités pratiquées dans la zone d'étude ;
- préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine.

En 2006 et en 2007, des représentants de certains ministères, municipalités et organismes ont été contactés afin de mettre à jour des données obtenues en 2004 et en 2005.

Par ailleurs, on a réalisé une entrevue de groupe en septembre 2004 pour documenter la situation de la pêche commerciale à l'embouchure de la Romaine et dans le chenal de Mingan. Les six pêcheurs qui ont participé à cette entrevue ont été sélectionnés à partir d'informations obtenues du MAPAQ, du MRNF et de l'ACPHSP.

L'entrevue a porté sur différents aspects de la problématique locale et régionale de la pêche commerciale, dont les permis en circulation, les espèces pêchées et les prélèvements à l'embouchure de la Romaine et dans le chenal de Mingan ainsi que les préoccupations des pêcheurs à l'égard du projet. Les noms de cinq autres pêcheurs commerciaux ont été mentionnés durant l'entrevue. Quatre d'entre eux ont accepté de répondre à un questionnaire d'enquête téléphonique. On a aussi rencontré un représentant du Centre aquacole de la Côte-Nord qui pilote un projet expérimental d'élevage du pétoncle d'Islande. Enfin, d'autres données ont été

recueillies auprès de trois pêcheurs commerciaux qui ont participé à l'atelier sur le savoir écologique des Minganois d'avril 2005 concernant l'embouchure de la Romaine (voir la méthode 21).

M18.2.4 Enquêtes

On a réalisé plusieurs enquêtes dans le but de documenter certains aspects de l'utilisation de la zone d'étude par les Minganois.

Ces enquêtes visaient notamment les titulaires de baux en terres publiques (chalets, abris sommaires et terrains), les propriétaires de chalets et de terrains de villégiature en terres privées, les titulaires de terrains de piégeage, les membres de l'ACPHSP, les entreprises de restauration de Havre-Saint-Pierre ainsi que les entreprises d'hébergement de Longue-Pointe-de-Mingan et de Havre-Saint-Pierre.

Les questionnaires d'enquête sont regroupés à l'annexe C de l'étude sectorielle sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

La méthode 21 présente la nature des données recueillies lors des enquêtes susmentionnées.

M18.3 Références

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2004. *Stratégie de la région touristique de Duplessis*. Document PowerPoint. Sept-Îles, ATR de Duplessis.

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2007. *Plan stratégique de développement et de marketing touristique 2007-2010*. Sept-Îles, ATR de Duplessis. 62 p.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998. *Régions laurentienne et des Maritimes. Aperçu des pêches marines du golfe du Saint-Laurent.* 16 p. En ligne : [http://www.dfo-mpo.gc.ca].

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2000. *Buccin des eaux côtières du Québec.* Rapport sur l'état des stocks C4-09. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique. 7 p.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*a*. *Capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (4RST) en 2003.* Rapport sur l'état des stocks 2004/001. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique. 14 p.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*b*. *La crevette de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2003.* Rapport sur l'état des stocks 2004/009. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*c*. *La mactre de Stimpson des eaux cotières du Québec en 2003*. Rapport sur l'état des stocks 2004-002. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique. 7 p.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*d*. *Le crabe commun des eaux côtières du Québec en 2003*. Rapport sur l'état des stocks 2004/029. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*e*. *Le crabe des neiges de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent des eaux côtières du Québec (zones 13 à 17 et 12A, 12B et 12C) en 2003*. Rapport sur l'état des stocks 2004/024. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2004*f*. *Le homard des eaux côtières du Québec en 2003*. Rapport sur l'état des stocks 2004/020. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). *2004g*. « Nombre de permis de pêche émis, nom des détenteurs de permis, quota de prélèvement par permis/espèce et volume récolté annuellement pour les trois dernières années pour les espèces suivantes : buccin zone 6, pétoncle zone 16E, crabe commun zone 16C et 16D, mye zone 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, capelan zone 15, mactre de Stimpson zone 4A et poissons de fond zone 4S2 ». Réponse à une demande d'information (A-2204-00305/mac).

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). *2004h*. *Pétoncles des eaux côtières de la Côte-Nord du Québec en 2003.* Rapport sur l'état des stocks 2004/021. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2005. *Homard de la Côte-Nord (ZPH 15, 16 et 18) et de l'île d'Anticosti (ZPH 17) en 2004.* Avis scientifique 2005/004. Mont-Joli, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique. 8 p.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2006. *Les pêches maritimes du Québec. Statistiques mensuelles des débarquements par espèce. Décembre 2005*. Québec, MPO. 58 p.

Canada, Ministère des Ressources naturelles. 2000. « Cartes de Mingan et plan du terrain acquis par le ministère des Affaires indiennes pour fin de réserve indienne à Mingan, Qué. (1984/01/18) ». Documents télécopiés.

Canada, Ministère des Transports. 2004*a*. *Installation portuaire de Havre-Saint-Pierre*. 2 p. En ligne : [http://www.tc.gc.ca].

Canada, Ministère des Transports. 2004*b*. *Mouvement d'aéronefs 1999-2003. Aéroport de Havre-Saint-Pierre.* Dorval, Transports Canada, Service Coordination et conseils en politique.

Canada, Ministère des Transports. 2004*c*. *Rapport du tonnage manutentionné. Port de Havre-Saint-Pierre*. En ligne : [http://www.tc.gc.ca].

Canada, Ministère des Transports. 2005. *Liste des ports*. 2 p. En ligne : [http://www.tc.gc.ca].

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*a*. *Les mines. Bilan sectoriel.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 6 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*b*. *Pêche et aquaculture. Bilan sectoriel*. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 11 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*c*. *Plan d'action 2004.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 11 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*d*. *Plan d'action local pour l'économie et l'emploi 2004.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 39 p. et ann.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2006. *Plan d'action 2006-2007.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 35 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2007. *Répertoire des entreprises de la MRC de Minganie.* Base de données. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie.

Conseil régional de développement (CRD) de la Côte-Nord. 1999. *Plan de développement stratégique de la Côte-Nord 1999-2004*. Baie-Comeau, CRD de la Côte-Nord. 261 p.

Conférence régionale des élus (CRE) de la Côte-Nord. 2007. *Une Côte-Nord tournée vers le monde. Plan de développement de la Côte-Nord 2007-2012*. Baie-Comeau, CRE de la Côte-Nord. 56 p.

Groupe Conseil TDA. 2007. *Projet la Romaine. Impacts sur les infrastructures municipales. Municipalité de Havre-Saint-Pierre. Rapport d'étape 1.* 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Baie-Comeau, Groupe Conseil TDA. 204 p. et ann.

Havre-Saint-Pierre (municipalité). 1989*a*. *Plan de localisation des puits d'eau potable.* Plan à l'échelle de 1 : 5 000. Préparé par Bellemare et Bellemare. Havre-Saint-Pierre, Municipalité de Havre-Saint-Pierre.

Havre-Saint-Pierre (municipalité). 1989*b*. *Réglementation d'urbanisme. Règlements de zonage, construction, lotissement, sur les dérogations mineures, permis et certificats et considérations administratives, comité consultatif d'urbanisme.* Préparé par Bellemare et Bellemare. Havre-Saint-Pierre, Municipalité de Havre-Saint-Pierre. Pag. multiple.

Havre-Saint-Pierre (municipalité). 2004. *Secteurs de développement de la municipalité de Havre-Saint-Pierre.* Carte manuscrite à l'échelle 1 :5 000. Havre-Saint-Pierre, Municipalité de Havre-Saint-Pierre.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire.* Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Minganie (MRC). 1987. *Schéma d'aménagement.* Préparé par Roche Groupe-conseil. Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie. 87 p. et ann.

Minganie (MRC). 1996. *Règlements d'urbanisme*. Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie. Pag. multiple.

Minganie (MRC). 1997. *Document sur les objets de la révision de la MRC de Minganie.* Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie. 63 p. et ann.

Minganie (MRC). 1998*a*. *La connaissance du contexte de planification*. 1re éd. Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie. Pag. multiple.

Minganie (MRC). 1998*b*. *Planification stratégique régionale de développement 1999-2004. Compte rendu de l'assemblée du territoire de la MRC de Minganie.* Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie. 94 p.

Minganie (MRC). 2001. *Extraits de la matrice graphique de Havre-Saint-Pierre.* Échelles multiples. Havre-Saint-Pierre, MRC de Minganie.

Parcs Canada. 1992. *Plan de gestion. Réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan.* Hull, Parcs Canada, Service de la planification. 95 p. et ann.

Parcs Canada. 2003*a*. *Réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan. Énoncé d'intégrité écologique. Programme de gestion des écosystèmes 2003-2023.* Gatineau, Parcs Canada. 39 p.

Parcs Canada. 2003*b*. *Réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan. Gestion du parc. Compte rendu de la consultation publique pour la révision du plan directeur de la réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan.* En ligne : [http://www.pc.gc.ca].

Parcs Canada. 2005. *Réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan. Plan directeur.* Gatineau, Parcs Canada. 119 p.

Québec (gouvernement). 2004. « Arrêtés ministériels. Arrêté numéro AM 2004-050 du Ministre des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs en date du 22 novembre 2004 ». *Gazette Officielle du Québec*, 163e année, no 49, 8 déc.

Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). 2004. *Les pêches et l'aquaculture commerciales. Bilan 2003 et perspectives 2004.* Québec, MAPAQ. 45 p.

Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). 2006. *Les pêches et l'aquaculture commerciales*. *Bilan 2005 et perspectives 2006.* Québec, MAPAQ. 76 p.

Québec, Ministère de l'Énergie et des ressources (MER). Non daté. *Macrozonage de l'utilisation faunique et récréative. Région Côte-Nord.* Carte à échelle de 1 : 1 000 000. Québec, MER.

Québec, Ministère de l'Environnement (MENV). 1999. *Portrait régional de l'eau. Consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec. Côte-Nord. Région administrative 09. Québec.* Québec, MENV.

Québec, Ministère des Régions. 2000. *Entente cadre de développement de la région de la Côte-Nord 2000-2005*. Québec, Ministère des Régions du Québec. 41 p. et ann.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 1994*. Guide de développement de la villégiature sur les terres du domaine public.* Québec, MRN, Direction de la gestion du territoire public. 68 p. et ann.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 1998*a*. *Plan d'affectation des terres du domaine public.* Cartes. Québec, MRN, Direction régionale de Québec et de l'assistance aux opérations.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 1998*b. Plan régional de développement de la villégiature*. Région de la Côte-Nord. Sept-Îles, MRN, Direction régionale de la Côte-Nord.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 2001. *Description des dépôts de tourbe. Extrait de la base de données du MRN. Feuillet 12L-0101*. Sept-Îles, MRN, Secteur Mines.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 2002. *Programme de soutien financier. Pourvoirie Québec. Standard international.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca]. À jour au 18 juin 2004.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 2003. *Mission. Secteur du territoire.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN) et Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). 2001. *Entente administrative relative au développement de la villégiature riveraine sur le territoire public*. Québec, MRN. 9 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*a*. *Pour un développement harmonieux et durable du territoire public. La nouvelle approche d'affectation du territoire public*. 25 p. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*b*. *Rapport sur les activités d'exploration minière au Québec 2004.* Document no DV 2005-01. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2006*a*. *Géologie. Points chauds. Nouveaux indices d'uranium sur la Moyenne-Côte-Nord*. En ligne : [http://www.mrnf.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2006*b*. *Plan régional de développement du territoire public – Côte-Nord.* Section 1 : *Récréotourisme*. Baie-Comeau, MRNF, Direction régionale de la gestion du territoire public de la Côte-Nord. 124 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) 2007*a*. GESTIM, le système de gestion des titres miniers. En ligne : [http://www.mrnf.gouv.qc.ca/mines].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2007*b*. *Portrait territorial – Côte-Nord*. Baie-Comeau, MRNF, Direction régionale de la gestion du territoire public de la Côte-Nord. Québec. 88 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*a*. *Bilan et faits saillants de l'industrie minière du Québec en 2004.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*b*. Cartes des titres miniers à l'échelle de 1 : 50 000. Feuillets nos 12L/05, 12L/06, 12L/07, 12L/11, 12L/12, 12L/14, 12M/03, 12M/04, 12M/05, 12M/06, 12M/12, 12M/13. En ligne : [https://gestim.mines.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*c*. Consultation des titres miniers. En ligne : [https://gestim.mines.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*d*. *Dépenses d'exploration et de mise en valeur.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*e*. *Le claim.* 16 p. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*f*. *Potentiel minéral*. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*g*. *Production minière par substance*. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*h*. *Rapport sur les activités d'exploration minière au Québec 2003.* Document no DV 2004-01. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*i*. *Titres miniers actifs*. En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Transports (MTQ). 2001. *«* Analyse des accidents de la route 138, secteur Havre-Saint-Pierre, 1996-2001 ». Baie-Comeau, MTQ, Direction de la Côte-Nord. Non publié.

Québec, Ministère des Transports (MTQ). 2003. *Plan de transport de la Côte-Nord.* Baie-Comeau, MTQ, Direction de la Côte-Nord. 120 p.

Québec, Ministère des Transports (MTQ). 2004. *DJMA sur la route 138. Minganie*. Baie-Comeau, MTQ, Direction de la Côte-Nord.

Québec, Ministère des Transports (MTQ). 2007. « Fichiers des traverses de véhicule hors-route ». À jour en juin 2007. Baie-Comeau, MTQ, Direction régionale de la Côte-Nord, Service des inventaires et du Plan. Données non publiées.

Québec, Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (MDERR). 2004*a*. *Développement régional. Instances régionales. Conférences régionales des élus (CRE). Ententes spécifiques.* En ligne : [http://www.mderr.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (MDERR). 2004*b*. *Devenir maître de son développement. La force des régions. Phase 1. Une nouvelle gouvernance régionale.* Québec, MDERR. 39 p.

Québec, Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (MDERR). 2004*c*. *Région de la Côte-Nord. Développement régional. Ententes spécifiques.* En ligne : [http://www.mderr.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère du Tourisme. 2005. *Statistiques touristiques. Le tourisme au Québec en bref. 2004*. Québec, Tourisme Québec. 13 p.

Roche Ltée, Groupe-conseil. 2007. *Note technique. Version finale. Étude de circulation. Complexe de la Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-conseil. 22 p. et ann.

Société de la Faune et des Parcs du Québec (FAPAQ). 2001. *Plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Côte-Nord*. Sept-Îles, FAPAQ, Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord. 113 p.

M19 Aspects sociaux

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M19.1 Objectifs

- L'étude sur les aspects sociaux de la population minganoise a notamment pour objectif de dresser un portrait social, économique et sanitaire des populations qui pourraient être touchées par le projet du complexe de la Romaine. Ce portrait permettra d'évaluer les répercussions sociales du projet, en conformité avec les exigences des autorités gouvernementales, en particulier du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) et de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale.
- Plus précisément, il s'agit de décrire la situation sociale, économique et sanitaire des collectivités concernées par le projet, y compris les principaux changements intervenus à ce chapitre au cours des dernières années et ceux qui sont prévus. On a également recueilli les préoccupations des acteurs du milieu et des utilisateurs du territoire à l'égard du projet du complexe de la Romaine.
- Les données relatives aux aspects sociaux du projet sont présentées dans l'étude sectorielle suivante :
  - Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire.* Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.
  - Depuis le dépôt de cette étude en 2005, certaines informations ont été mises à jour à partir de données obtenues d'intervenants du milieu et de documents produits en 2006 et en 2007. La description de certains aspects socioéconomiques présentée dans l'étude d'impact peut donc différer de celle du rapport d'inventaire du milieu humain.

M19.2 Méthodes

L'étude repose, d'une part, sur des entrevues et des rencontres menées avec des représentants d'organisations locales et régionales concernées par le projet et, d'autre part, sur des enquêtes réalisées auprès des utilisateurs du territoire à l'étude. On a également effectué une revue de la documentation existante.

M19.2.1 Documentation

Le portrait démographique et socioéconomique du milieu humain est basé sur les recensements quinquennaux de Statistique Canada et sur des documents du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, du ministère du Tourisme, du ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale, de l'Institut de la statistique du Québec, de la Commission de la construction du Québec, de Développement des ressources humaines Canada et du Centre local de développement (CLD) Minganie. Certaines informations ont été mises à jour après consultation des autorités compétentes.

Le portrait sociosanitaire a été établi à partir de la documentation de l'Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de la Côte-Nord et de l'Institut national de santé publique du Québec.

M19.2.2 Rencontres et entrevues

Certains organismes constituent des acteurs importants dans la mise en œuvre d'un projet, notamment parce qu'ils se préoccupent d'enjeux soulevés par celui-ci ou parce que les services sous leur responsabilité peuvent être touchés directement ou indirectement par le projet. De plus, ils sont souvent concernés au premier chef par les mesures qui pourraient être mises en place pour gérer les impacts sociaux.

En 2004, 2005 et 2006, des entrevues téléphoniques et des rencontres ont été organisées avec des représentants des secteurs de la santé, de l'éducation, du développement économique, du développement de la main-d'œuvre et du monde municipal. Ces entretiens avaient pour but de mettre à jour les données tirées de la documentation existante, d'approfondir certaines questions et de connaître les préoccupations du milieu à l'égard du projet.

Avant chaque entretien, on a transmis un guide aux participants pour leur indiquer le type d'informations recherchées.

Des représentants des ministères, des municipalités et des organismes ci-dessous ont participé aux entretiens :

- Chambre de commerce de Havre-Saint-Pierre ;
- Carrefour jeunesse-emploi ;
- Centre de santé et de services sociaux de la Minganie ;
- Centre local de développement Minganie ;
- Commission scolaire de la Moyenne-Côte-Nord ;
- Corporation de développement économique de Havre-Saint-Pierre ;
- Développement des ressources humaines Canada ;
- ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale ;
- municipalité de Havre-Saint-Pierre ;
- municipalité de Longue-Pointe-de-Mingan ;
- municipalité de Natashquan ;
- municipalité régionale de comté de Minganie ;
- Sûreté du Québec.

Hydro-Québec a également organisé des entretiens avec les dirigeants d'entreprises commerciales, industrielles et de services de Havre-Saint-Pierre. Une firme d'évaluation immobilière a aussi été contactée.

Les rencontres et entrevues ont notamment porté sur les questions suivantes :

- problématique de l'emploi et de la formation ;
- perspectives et projets de développement dans le domaine de l'économie et de l'emploi ;
- enjeux socioéconomiques ;
- services sociaux et de santé en Minganie ;
- situation démographique et sociale ;
- problématiques sociales (alcoolisme, toxicomanie, etc.) ;
- préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine.

M19.2.3 Enquêtes

On a réalisé plusieurs enquêtes dans le but de connaître les préoccupations et les attentes des Minganois relatives au projet.

Ces enquêtes visaient notamment les titulaires de baux en terres publiques (terrains bâtis ou non), les propriétaires de chalets et de terrains de villégiature, les titulaires de terrains de piégeage et les membres de l'Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre. Les questionnaires d'enquête sont regroupés à l'annexe C de l'étude sectorielle sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

La méthode 21 décrit le type de données recueillies lors des enquêtes.

M19.2.4 Impacts sociaux

Parmi les impacts sociaux relevés au cours des projets hydroélectriques déjà réalisés, l'étude aborde notamment :

- les incidences sur les relations sociales liées à l'apport de nouveaux résidents dans les communautés, à l'ouverture du territoire et à la présence des travailleurs des chantiers ;
- les incidences des retombées économiques sur les conditions d'emploi, sur la qualité de vie des populations locales et régionales, sur la mobilité démographique – notamment le retour de personnes, en particulier de jeunes ayant quitté la région – ainsi que sur la valorisation et le développement de l'expertise locale et régionale ;
- les incidences des modifications de l'utilisation du territoire occasionnées, entre autres, par la présence de nouveaux utilisateurs du territoire, par l'ouverture du territoire de même que par les facteurs d'insécurité et d'inquiétude ;
- les incidences des modifications de la qualité des infrastructures et services notamment sur les services de santé et de services sociaux, sur le services d'éducation, sur le marché immobilier et sur l'accès aux services commerciaux et publics.

M19.3 Références

Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux de la Côte-Nord (ADRLSSSS-CN). 2004. *Modèle régional d'organisation de services intégrés pour la Côte-Nord.* Baie-Comeau, ADRLSSSS-CN. 39 p.

Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux de la Côte-Nord (ADRLSSSS-CN). 2005. *Portrait démographique et sociosanitaire de la population. Centre de santé et de services sociaux de la Minganie*. Baie-Comeau, ADRLSSSS-CN. 10 p.

Bouchard, C., et R. Perrault. 1992. « Fermeture d'usine et santé : analyse de série chronologique chez les femmes de 30 à 39 ans de la région de Sept-Îles/Port-Cartier ». *Revue canadienne de santé mentale communautaire*, supplément spécial nº 7, p. 101-106.

Canada, Ministère des Ressources humaines et Développement social (RHDSC). 2007. *Particularités du programme d'assurance-emploi pour la période du 13 mai au 9 juin 2007*. En ligne : [http://www.rhdsc.gc.ca].

Canada, Ministère du Développement des ressources humaines (DRHC). 2006. « Fichier des prestataires de l'assurance-emploi. Compilation pour la MRC de Minganie ». Sept-Îles, DRHC, Bureau régional de la Côte-Nord. Non publié.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*a*. *Les mines. Bilan sectoriel.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 6 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*b*. *Pêche et aquaculture. Bilan sectoriel*. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 11 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*c*. *Plan d'action 2004.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 11 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004*d*. *Plan d'action local pour l'économie et l'emploi 2004*. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 39 p. et ann.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2006. *Plan d'action 2006-2007.* Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie. 35 p.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2007. *Répertoire des entreprises de la MRC de Minganie.* Base de données. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie.

CEPRO, Zins Beauchesne et Associés, Centre de recherche Les Buissons et GENIVAR. 2004. *Étude sur l'industrie des petits fruits sur la Côte-Nord*. Baie-Comeau, Conférence régionale des élus de la Côte-Nord. 179 p. et ann.

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2004*a*. *Chantiers importants. 4e trimestre 2004. Côte-Nord.* Tableau. En ligne : [http://www.ccq.org].

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2004*b*. *La construction sur la Côte-Nord.* En ligne : [http://www.ccq.org].

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2004*c*. *Revue de l'actualité dans l'industrie de la construction, 4e trimestre 2004*. En ligne : [http://www.ccq.org].

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2006*a*. *Publications de la CCQ. Chantiers importants*. Tableaux. En ligne : [http://www.ccq.org].

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2006*b. Publications de la CCQ. Construction en région.* En ligne : [http://www.ccq.org].

Commission de la construction du Québec (CCQ). 2007. *Publications de la CCQ. Statistiques historiques 2006*. Tableaux. En ligne : [http://www.ccq.org].

Emploi Québec. 2004*a*. *Bulletin régional sur le marché du travail. Côte-Nord*. Vol. 21, nº 2, 2e trimestre. 29 p.

Emploi Québec. 2004*b*. « Personnes ayant travaillé en 2000 selon le nombre de semaines travaillées. Recensement 2001 ». Baie-Comeau, Emploi Québec, Direction régionale de la Côte-Nord. Non publié.

Évaluations immobilières Richard et Associés. 2006. « Analyse du marché immobilier, Havre-Saint-Pierre ». 3 tableaux. Sept-Îles, Évaluations immobilières Richard et Associés. 5 p. Non publié.

Groupe Conseil TDA. 2007. *Projet la Romaine. Impacts sur les infrastructures municipales. Municipalité de Havre-Saint-Pierre. Rapport d'étape 1.* 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Baie-Comeau, Groupe Conseil TDA. 204 p. et ann.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire.* Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Production. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnustouc. Bilan des activités environnementales 2005*. Montréal, Hydro-Québec Production. 67 p.

Hydro-Québec et Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). 2006. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain-1. Étude de suivi des retombées économiques de 2002 à 2005*. Préparé par Nove Environnement en collaboration avec Roche ltée, Groupe-conseil. Montréal, Hydro-Québec et SEBJ. Pag. multiple.

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2002*a*. *Solde migratoire interne des MRC selon la région, 1996-2001.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2002*b*. *La migration interrégionale au Québec au cours des périodes 1991-1996 et 1996-2001*. Québec, ISQ. 46 p.

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2003. *Mode d'occupation des logements privés, région administrative de la Côte-Nord, 2001.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2004*a*. *Perspectives démographiques, Québec et régions, 2001-2051, édition 2003.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2004*b*. *Population selon le groupe d'âge et le sexe, Côte-Nord et ensemble du Québec, 1991, 1996, 2001-2003*. En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2005*a*. *Entrants, sortants, solde migratoire interne et taux correspondants des MRC et territoires équivalents du Québec, 2001-2002*. Extrait du fichier d'inscription des personnes assurées de la Régie de l'assurance maladie du Québec. En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2005*b*. *Entrants, sortants, solde migratoire interne et taux correspondants des MRC et territoires équivalents du Québec, 2003-2004.* Extrait du fichier d'inscription des personnes assurées de la Régie de l'assurance maladie du Québec. En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2005*c*. *Migrations internationales, interprovinciales et intraprovinciales, Côte-Nord et ensemble du Québec, 1991-1992, 1996-1997, 2001-2002, 2002-2003 et 2003-2004.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ) 2006. *L'évolution démographique et le logement au Québec : rétrospective 1991-2001 et perspectives 2001-2051*. Préparé pour la Société d'habitation du Québec. Québec, ISQ. 138 p.

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2007*a*. *Évolution et distribution de la population par région administrative, superficie et densité, Québec, 1971-2006.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2007*b*. *Migration internationales, interprovinciales et intraprovinciales, Côte-Nord et ensemble du Québec, 1991-1992, 1996-1997 et 2001-2006.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2007*c*. *Solde migratoire et taux net de migration interrégionale des MRC et territoires équivalents du Québec, de 2001-2002 à 2005-2006.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2007*d*. *Taux de chômage, par région administrative, par région métropolitaine de recensement et ensemble du Québec, 1996-2006.* En ligne : [http://www.stat.gouv.qc.ca].

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). 2001. *Le portrait de santé, le Québec et ses régions*. *Édition 2001*. Québec, Publications du Québec. 395 p. et ann.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) et Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2006. *Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006. Les statistiques. Deuxième rapport national sur l'état de santé de la population du Québec*. Québec, Publications du Québec. 659 p.

Premier Tech International et Desjardins Marketing Stratégique. 2004. *Étude de faisabilité. Mise en valeur de tourbières de Havre-Saint-Pierre et de l'est de la Minganie. Rapport d'étape. Volet 2*. Préparé pour le Conseil de Bande des Montagnais de Natashquan, la Corporation économique de Havre-Saint-Pierre et les municipalités d'Aguanish, de Baie-Johan-Beetz, de Havre-Saint-Pierre et de Natashquan. Rivière-du-Loup, Premier Tech International. 75 p.

Québec, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité sociale (MESS). 2006. « 7300 emplois à pourvoir sur la Côte-Nord et au Nord-du-Québec de 2005 à 2009. Le ministre Claude Béchard annonce près de 10 millions de dollars pour le plan d'action régional 2006-2007 des services publics d'emploi ». Communiqué de presse, 3 juillet 2006. En ligne : [http://qgovbk.newswire.ca].

Québec, Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (MDERR). 2004*a*. *Portrait socioéconomique des régions du Québec. Édition 2004*. Québec, MDERR. 99 p.

Québec, Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche (MDERR). 2004*b*. *Profil économique de la région de la Côte-Nord 09. Éditions 2001 à 2003.* Québec, MDERR. Pag. multiple.

Québec, Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE). 2006. *Portrait socioéconomique des régions du Québec, édition 2006*. Québec, MDEIE. 111 p.

Société d'habitation du Québec. 2000. « Le marché de l'habitation durant les deux dernières décennies ». *Bulletin de l'habitation au Québec*, hors série nº 1. Québec, Société d'habitation du Québec. 19 p.

Statistique Canada. 1999. *Profil des divisions et subdivisions de recensement du Québec.* Vol. III : *Recensement de 1996*. Cat. nº 95-186-XPB. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 2004. *Profil des communautés. Recensement de 2001*. En ligne : [http://www.statcan.ca].

Statistique Canada. 2007. *Profil des communautés. Recensement de 2006*. En ligne : [http://www.statcan.ca].

Vincent Roquet et Associés. 2002. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1991-2001 et bilan 1994-2001. Impacts sociaux*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Vincent Roquet et Associés. 107 p. et ann.

M20 Retombées économiques

- Objectifs
- Méthodes

M20.1 Objectifs

L'étude des retombées économiques a pour objectif d'évaluer l'apport du projet du complexe de la Romaine à l'économie du Québec et de la Côte-Nord. Elle a été réalisée par Hydro-Québec sur la base, notamment, des statistiques relatives aux divers chantiers de l'entreprise.

Plus particulièrement, cette étude vise à évaluer l'effet du projet sur les revenus fiscaux et parafiscaux des deux paliers de gouvernement, provincial et fédéral, la valeur ajoutée à l'économie québécoise ainsi que ses retombées économiques directes et indirectes en termes d'emplois soutenus.

M20.2 Méthodes

L'évaluation des retombées économiques du complexe de la Romaine couvre les impacts directs et indirects. Pour évaluer les retombées directes, on s'est appuyé sur les prévisions de dépenses et sur les besoins de main-d'œuvre associés au projet. Pour évaluer les retombées indirectes, on a utilisé comme cadre de référence les résultats de la simulation de l'impact économique des dépenses engagées pour la construction de la centrale de l'Eastmain-1. Il s'agit ici des résultats obtenus à l'aide du modèle intersectoriel de l'économie québécoise de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ). Le but est de préciser les relations entre les retombées directes et les retombées indirectes, tant pour le nombre d'emplois et les revenus des gouvernements que pour la valeur ajoutée à l'économie québécoise. Ce cadre permet d'obtenir des coefficients multiplicateurs relativement justes puisqu'ils s'appuient sur un projet récent et terminé qui présente des similitudes avec celui du complexe de la Romaine.

Il faut noter que ces évaluations s'appliquent à chaque type d'activité nécessaire à la construction du complexe, soit l'excavation à ciel ouvert, l'excavation souterraine, le remblayage et le bétonnage (structural ou autre). Une adaptation aux caractéristiques du projet du complexe de la Romaine a donc été faite en respectant les proportions de ces différents types d'activité.

M20.2.1 Revenus des gouvernements

On a évalué les retombées économiques du complexe de la Romaine pour le gouvernement du Québec et celui du Canada en termes de revenus fiscaux et parafiscaux.

Pour évaluer ces retombées économiques, la première étape consiste à déterminer les masses salariales nécessaires à la réalisation du projet. Les valeurs moyennes des salaires observées en 2005 pour le projet de l'Eastmain-1, soit 50 000 $ pour les travailleurs de la construction et 72 700 $ pour les ingénieurs et les gestionnaires, ont été attribuées aux effectifs directs prévus au complexe de la Romaine.

L'évaluation du nombre d'emplois directs est présentée à la section M20.2.2. Pour chaque type d'activité, on a estimé les masses salariales des premiers fournisseurs ainsi que des autres fournisseurs en appliquant les relations fonctionnelles entre les masses salariales directes et indirectes obtenues dans le cadre de la simulation des retombées du projet de l'Eastmain-1. Les masses salariales, directes et indirectes, évaluées pour 2005 ont ensuite été ajustées afin de prendre en considération l'inflation prévue pour chacune des années de la construction du complexe ainsi que l'évolution du nombre d'emplois soutenus directs et indirects.

La part de la masse salariale consacrée aux impôts sur les salaires et traitements est obtenue à partir des résultats de la simulation de l'impact économique du projet de l'Eastmain-1. On a appliqué les coefficients définissant les rapports entre les impôts sur les salaires et les masses salariales aux montants des masses salariales prévus pour le complexe de la Romaine. Cela a permis d'obtenir les revenus en impôts sur les salaires et traitements associés au projet pour chacun des deux paliers de gouvernement. On fait l'hypothèse que les taux d'imposition des revenus demeureront au niveau actuel durant toute la période étudiée.

On a procédé de la même façon pour obtenir les revenus parafiscaux des deux paliers de gouvernement. Ces revenus sont également associés à une part de la masse salariale. La parafiscalité du gouvernement québécois comprend les cotisations au Régime des rentes du Québec (RRQ), à la Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST) et au Fonds des services de santé (FSS), alors que celle du gouvernement fédéral correspond au programme d'assurance emploi.

Pour obtenir les revenus de taxes (taxes de vente, taxes particulières et taxes d'accise), on a utilisé les coefficients mettant en rapport les taxes et les dépenses globales qui sont issus de la simulation des retombées du projet de l'Eastmain-1. Les coefficients ont été appliqués aux dépenses globales courantes prévues pour le complexe de la Romaine. On a déterminé ainsi les revenus de taxation directs et indirects du projet pour chacun des deux paliers de gouvernement.

Le tableau M20-1 présente le résultat de l'évaluation de l'impact économique du projet du complexe de la Romaine en termes de revenus des gouvernements. Cet impact économique se répartit principalement pendant la période de construction de 11,5 années, soit du milieu de 2009 à la fin de 2020.

On observe ainsi que les revenus du gouvernement du Québec s'établissent à 571 M$ alors que ceux du gouvernement du Canada atteignent 250 M$, pour un total de 821 M$. Près de 68 % de ces revenus, soit 556 M$, proviennent des effets directs.

Tableau M20-1 : Impact économique de la réalisation du complexe de la Romaine pour les gouvernements du Québec et du Canada

Catégorie	Impact économique (M$) [a]		
	Effets directs	Effets indirects	Effets totaux
Revenus du gouvernement du Québec			
Impôts sur les salaires	182,9	49,7	232,6
Taxes de vente et taxes particulières	—	69,9	69,9
RRQ, FSS et CSST [b]	195,8	73,0	268,8
Total partiel – gouvernement du Québec	378,7	192,6	571,3
Revenus du gouvernement du Canada			
Impôts sur les salaires	134,7	38,7	173,4
Taxes et droits d'accise	—	11,0	11,0
Assurance-emploi [b]	42,9	22,9	65,8
Total partiel – gouvernement du Canada	177,6	72,6	250,2
Total global	556,3	265,2	821,5

a. Dollars courants (inclut l'inflation sur l'ensemble de la période du projet).

b. Comprend les contributions des employeurs et des employés au Régime des rentes du Québec (RRQ), au Fonds des services de santé (FSS) et à la Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST).

Sources : Hydro-Québec et Institut de la statistique du Québec (modèle intersectoriel québécois).

On remarque aussi le rôle important de la parafiscalité pour le gouvernement du Québec, ce type de prélèvement contribuant jusqu'à 47 % du total des revenus encaissés. Les impôts sur les salaires comptent quant à eux pour 41 % du total, alors que le reste (12 %) provient des recettes prélevées sous forme de taxes de vente et de taxes particulières.

M20.2.2 Nombre d'emplois soutenus

Les retombées économiques directes du projet du complexe de la Romaine en termes d'emplois soutenus ont été évaluées, pour chaque type d'activité, à partir des besoins en heures de travail, transformés en nombre d'années-personnes.

Les retombées économiques indirectes ont été évaluées à partir des résultats de la simulation des retombées de la construction de l'aménagement de l'Eastmain-1 à l'aide du modèle intersectoriel de l'économie québécoise. La période de référence choisie pour le calcul des ratios s'étend du début du chantier de la centrale de l'Eastmain-1, en 2002, jusqu'à sa mise en service, en 2007. Une adaptation a été faite pour tenir compte des particularités du projet du complexe de la Romaine.

Les intrants requis par le modèle sont :

- la ventilation détaillée des dépenses en biens et en services pour réaliser le projet ;
- la somme des salaires et traitements (avant impôt) affectés directement à la réalisation du projet ;
- les besoins en main-d'œuvre exprimés en années-personnes.

Les emplois directs et indirects sont définis ainsi :

- Emploi direct : employé d'Hydro-Québec ou employé d'un sous-traitant participant aux chantiers ; il s'agit notamment des emplois associés aux travaux de construction, au génie et à la gérance (les emplois associés à la fabrication des biens achetés par Hydro-Québec ou ses sous-traitants entrent dans la catégorie des emplois indirects).
- Emploi indirect : employé d'une entreprise fournissant des biens et des services achetés par Hydro-Québec ou ses sous-traitants de chantier ; cela comprend tous les fournisseurs directs de biens et de services ainsi que toute la chaîne des fournisseurs intermédiaires.

On a ventilé les dépenses en biens et en services selon les secteurs d'activité industrielle utilisés par Hydro-Québec et ceux de l'ISQ. Pour certains types de biens et de services, l'information relative aux lieux de fabrication (Québec ou hors Québec), lorsqu'elle était disponible, a été intégrée au modèle intersectoriel de l'économie québécoise. Cette information permet de mieux refléter le niveau de fuites et les particularités du projet dans le cadre de l'économie québécoise[1]. Dans le modèle, outre les salaires et traitements avant impôt, on considère aussi les autres revenus bruts et les revenus nets des entreprises prises individuellement ainsi que les effectifs affectés aux chantiers de construction, à l'ingénierie et à la gérance.

Par ailleurs, l'activité économique est mesurée en termes d'emplois créés ou maintenus. L'unité de mesure est l'année-personne, définie par le nombre d'heures normalement travaillées par une personne pendant un an. Cette unité de mesure constitue une normalisation du travail annuel d'une personne, de sorte que le nombre d'années-personnes peut être très différent du nombre d'employés. Ainsi, les données sur la main-d'œuvre s'interprètent en termes de charge de travail plutôt qu'en comptabilisation d'emplois. Par exemple, 100 travailleurs à temps plein qui effectuent 10 % de temps supplémentaire totalisent 110 années-personnes. De la même façon, deux emplois à demi-temps correspondent à une année-personne.

[1] Autrement, on utilise les taux d'importation déjà contenus dans le modèle intersectoriel québécois et qui réflètent ce qu'on observe en moyenne dans les secteurs d'activité industrielle considérés.

M20.2.2.1 Québec

Les retombées économiques du complexe de la Romaine sur l'économie du Québec ont été évaluées en terme d'emplois directs et indirects soutenus.

On a évalué les besoins en emplois directs à partir du nombre d'heures de travail nécessaires (administrateurs, ingénieurs, contremaîtres, travailleurs des métiers spécialisés, manœuvres, etc.), déterminé par Hydro-Québec, pour réaliser le complexe de la Romaine. Cette prévision pour la période 2009-2020 a été transformée en années-personnes en appliquant les hypothèses suivantes :

- une moyenne de 2 040 h de travail par année pour les activités de construction ;
- une moyenne de 1 778 h de travail par année pour les activités d'ingénierie et de gérance.

Pour évaluer le nombre d'emplois indirects, on a appliqué aux effectifs directs prévus au complexe de la Romaine les rapports ou coefficients multiplicateurs observés entre les emplois directs et indirects du projet de l'Eastmain-1, en tenant compte des types d'activité et de l'année de construction. Le rapport global entre les effets directs et indirects, observé dans le cadre du projet de l'Eastmain-1, est de 83,7 %, ce qui correspond à un multiplicateur d'emploi de 1,84.

Le tableau M20-2 présente la répartition par type d'activité des emplois directs et indirects associés au projet du complexe de la Romaine et à l'aménagement de l'Eastmain-1.

Comme l'indique le tableau M20-2, la charge directe de main-d'œuvre prévue par Hydro-Québec pour réaliser la totalité du complexe de la Romaine est de 18 533 années-personnes. Au chapitre des effets indirects, cette charge est évaluée à 14 877 années-personnes. On obtient par conséquent une charge totale (effets directs et indirects de la construction, de l'ingénierie et la gérance) de 33 410 années-personnes. Ces emplois soutenus sont associés à une valeur totale de dépenses de 4,9 milliards de dollars.

Les effets induits du complexe de la Romaine n'ont pas été considérés car ils supposent que, sans la réalisation du projet, les travailleurs n'auraient pas trouvé d'autres emplois et seraient en chômage. Pour l'ensemble de l'économie du Québec, une telle hypothèse est actuellement difficilement soutenable, surtout sur une aussi longue période et avec un taux de chômage relativement faible. Au niveau régional, certains effets induits pourraient se produire mais seraient très difficilement mesurables et vérifiables.

Tableau M20-2 : Impact économique de la réalisation du projet selon le type d'activité – Complexe de la Romaine et aménagement de l'Eastmain-1

Type d'activité	Aménagement de l'Eastmain-1				Complexe de la Romaine			
	Emploi (années-personnes)			Dépenses (M$) [a]	Emploi (années-personnes)			Dépenses (M$) [b]
	Effet direct	Effet indirect	Total		Effet direct	Effet indirect	Total	
Activités de construction :								
• Excavation à ciel ouvert (mort-terrain et roche)	656	761	1 417	206	1 047	1 215	2 262	316
• Excavation souterraine	47	64	111	19	867	1 180	2 047	316
• Remblayage	691	847	1 538	215	1 064	1 303	2 367	372
• Bétonnage	632	558	1 190	166	2 550	2 250	4 800	658
• Mécanique lourde, services auxiliaires et appareillages mécanique, électrique et de commande	659	464	1 123	201	1 817	1 280	3 097	932
• Infrastructures et mesures d'atténuation	1 896	1 792	3 688	424	4 166	3 937	8 103	1 235
Ingénierie et gérance	2 048	1 083	3 131	445	7 024	3 713	10 737	1 079
Total [c]	6 629	5 569	12 198	1 675	18 533	14 877	33 410	4 908

a. Dollars de 2004.

b. Dollars courants (inclut l'inflation sur l'ensemble de la période du projet).

c. Les totaux peuvent être différents de la somme des valeurs en raison des arrondis.

Source : Hydro-Québec et Institut de la statistique du Québec (modèle intersectoriel québécois).

Par ailleurs, pour offrir une autre vision de l'impact économique engendré, on a déterminé la valeur ajoutée (retombées économiques pour le Québec) et la valeur des importations (provenant de l'extérieur du Québec) associés au projet du complexe de la Romaine. Elles ont été obtenues à l'aide du modèle intersectoriel appliqué au projet de l'Eastmain-1 et traduites en pourcentage du coût total du projet. Ces pourcentages ont été appliqués au flux des dépenses prévues par type d'activité pour le complexe de la Romaine.

Ainsi, le complexe de la Romaine engendrera une valeur ajoutée de 3 473 M$ pour le Québec et la valeur totale des importations de biens et de services sera de 1 331 M$, soit un peu plus de 27 % de la valeur totale du projet.

Le tableau M20-3 présente les pourcentages (ratios) de valeur ajoutée et de valeur des importations par rapport aux dépenses liées au projet de l'Eastmain-1, selon le type d'activité. Le tableau M20-4 montre les résultats obtenus à l'aide de ces ratios pour le complexe de la Romaine.

Tableau M20-3 : Proportion de la valeur ajoutée et de la valeur des importations par rapport au volume de dépenses selon le type d'activité – Aménagement de l'Eastmain-1

Type d'activité	Dépenses [a] (M$)	Valeur ajoutée [b] (M$)	Ratio valeur ajoutée/ dépenses (%)	Valeur des importations (M$)	Ratio importations/ dépenses (%)
Excavation à ciel ouvert (mort-terrain et roche)	206	135	65,5	65	31,7
Excavation souterraine	19	11	57,8	7	39,7
Remblayage	215	136	63,4	71	32,9
Bétonnage	166	125	75,5	38	22,8
Mécanique lourde, services auxiliaires et appareillages mécanique, électrique et de commande	201	122	60,6	72	36,0
Infrastructures et mesures d'atténuation	424	299	70,6	118	27,9
Ingénierie et gérance	445	377	84,7	63	14,1
Total [c]	1 675	1 204	71,9	434	25,9

a. La valeur résiduelle entre les dépenses totales et la somme de la valeur ajoutée et de la valeur des importations correspond aux taxes indirectes, aux subventions et aux autres productions associées à la diminution des stocks et à la vente de biens et de services de certains secteurs de la demande.

b. La valeur ajoutée est évaluée au prix de base.

c. Les totaux peuvent être différents de la somme des valeurs en raison des arrondis.

Source : Hydro-Québec et Institut de la statistique du Québec (modèle intersectoriel québécois).

Tableau M20-4 : Valeur ajoutée et valeur des importations selon le type d'activité – Complexe de la Romaine

Type d'activité	Dépenses [a] (M$)	Valeur ajoutée (M$)	Valeur des importations (M$)
Excavation à ciel ouvert (mort-terrain et roche)	316	207	100
Excavation souterraine	316	183	126
Remblayage	372	236	122
Bétonnage	658	497	150
Mécanique lourde, services auxiliaires et appareillages mécanique, électrique et de commande	932	565	336
Infrastructures et mesures d'atténuation	1 235	872	344
Ingénierie et gérance	1 079	913	153
Total [b]	4 908	3 473	1 331

a. Dollars courants (inclut l'inflation sur l'ensemble de la période du projet).

b. Les totaux peuvent être différents de la somme des valeurs en raison des arrondis.

Source : Hydro-Québec et Institut de la statistique du Québec (modèle intersectoriel québécois).

M20.2.2.2 Côte-Nord

La proportion des dépenses de construction qui serait faite sur la Côte-Nord et la participation des travailleurs régionaux ont été établies sur la base des retombées économiques observées dans les régions hôtes d'autres projets d'aménagement hydroélectrique d'Hydro-Québec réalisés ou en construction : Sainte-Marguerite-3, Toulnustouc, Péribonka et Chute-Allard–Rapides-des-Cœurs.

Les prévisions pour le complexe de la Romaine sont présentées au tableau M20-5. Les données de ce tableau sont tirées des études de suivi des retombées économiques menées par Hydro-Québec durant la réalisation de ces différents projets. Les résultats relatifs à la participation des travailleurs de la région et à la proportion des dépenses régionales s'appuient notamment sur l'information obtenue auprès de représentants d'organismes économiques et d'entreprises des régions hôtes, de ministères québécois et canadiens, et d'Hydro-Québec ainsi que sur des enquêtes menées auprès des travailleurs.

Tableau M20-5 : Retombées économiques régionales de certains projets hydroélectriques d'Hydro-Québec

Projet	Année de mise en service	Coût total du projet (milliards de dollars)	Dépenses de construction dans la région		Nombre moyen de travailleurs durant la construction	Participation des travailleurs de la région (%)	Participation des travailleurs autochtones (%)
			Valeur (M$)	Proportion du coût du projet (%)			
Sainte-Marguerite-3	2001	2,5	550	22	700	75	4
Toulnustouc	2005	1,0	335	33	700	65	10
Péribonka [a]	2008	1,3	400	30	730	80	10
Chute-Allard et Rapides-des-Cœurs [a]	2008	0,7	120	17	325	60	10
Complexe de la Romaine [a]	2014-2020	± 6,5	± 1 300	20	± 950	60	— [b]

a. Prévision.

b. L'importance de la participation des travailleurs autochtones au projet du complexe de la Romaine sera étroitement liée à la capacité et à la disponibilité des ressources des communautés innues.

Source : Hydro-Québec.

M21 Activités récréotouristiques

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M21.1 Objectifs

Cette étude a pour objectif général de connaître les utilisations actuelles et prévues de la zone d'étude à des fins de villégiature et de récréotourisme, et pour objectifs précis de mener les actions suivantes :

- inventorier les chalets et abris construits en vertu de baux du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) dans la zone d'étude ;
- inventorier les équipements de loisir et les installations touristiques de la municipalité régionale de comté (MRC) de Minganie ;
- préciser la nature, le lieu et la fréquence des activités récréatives pratiquées dans la zone d'étude (chasse et pêche sportives, piégeage, motoneige, etc.) ;
- répertorier les entreprises, associations et clubs offrant ou pratiquant des activités récréotouristiques dans la zone d'étude ;
- déterminer les orientations des acteurs du récréotourisme et des organismes œuvrant dans ce domaine à l'échelle locale et régionale ainsi que leurs préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine ;
- dresser la liste des projets de développement connus dans la MRC de Minganie.

Ces inventaires permettront d'évaluer les impacts du projet sur les activités récréotouristiques et de proposer des mesures d'atténuation appropriées.

Les renseignements recueillis sur l'aménagement et sur l'utilisation du territoire sont présentés dans l'étude sectorielle suivante :

- Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Depuis le dépôt de cette étude en 2005, certaines informations concernant la villégiature, la motoneige, la chasse et la pêche sportive ont été mises à jour à partir de données obtenues d'intervenants du milieu et de documents produits en 2006 et en 2007. La description de certains aspects des activités récréotouristiques présentée dans l'étude d'impact peut donc différer de celle du rapport d'inventaire du milieu humain.

M21.2 Méthodes

Différentes stratégies et méthodes ont été utilisées pour la collecte des données :

- analyse de la documentation ;
- inventaires sur le terrain ;
- rencontres et entrevues téléphoniques avec des représentants d'entreprises et d'organismes ;
- entrevues de groupe ;
- enquêtes.

M21.2.1 Documentation

La description des activités récréotouristiques pratiquées dans la zone d'étude repose principalement sur les sources documentaires suivantes :

- inventaires réalisés dans le cadre d'autres études environnementales ;
- guide touristique régional ;
- cartes ou documents de la Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK), de la Fédération des clubs de motoneigistes du Québec (FCMQ), de Parcs Canada, d'Environnement Canada et du MRNF.

Pour la chasse sportive, la pêche sportive et le piégeage, on a surtout consulté les documents et les cartes de Faune Québec (MRNF).

La section M21.3 regroupe les documents consultés.

M21.2.2 Inventaires sur le terrain

Cinq survols de la zone d'étude ont été effectués, en juin, août et septembre 2004 ainsi qu'en février et octobre 2005 afin de recueillir le maximum de renseignements sur l'utilisation récréative et touristique de la zone d'étude. Ces inventaires concernaient plus particulièrement la rivière Romaine et ses abords ainsi que les territoires susceptibles d'être touchés par le projet.

Afin de situer avec plus de précision les lieux de pêche fréquentés sur la Romaine et de documenter la pêche pratiquée sur ce cours d'eau, on a remonté la rivière depuis son embouchure jusqu'à l'emplacement projeté de la centrale de la Romaine-1. Ce relevé a été effectué avec un membre de l'Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre (ACPHSP) le 10 août 2004. Par la même occasion, on a répertorié les constructions et les installations en rive, les endroits où les quads traversent la rivière en radeau et les aires de chasse riveraines.

De plus, on a demandé à une vingtaine d'employés d'Hydro-Québec et à des spécialistes engagés par l'entreprise de tenir un carnet d'observations pendant leurs missions sur le terrain. Les informations recherchées concernaient principalement la pratique de la pêche, du canotage, du canot-camping et du kayak sur la Romaine. Les carnets ont été distribués au début de juin 2004 et récupérés en octobre de la même année.

M21.2.3 Rencontres et entrevues téléphoniques avec les acteurs du milieu

En 2004 et en 2005, des rencontres ont été organisées avec différents acteurs du tourisme et du loisir. L'objectif était de mettre à jour les éléments d'inventaire recueillis dans la documentation existante, d'approfondir certaines questions et de connaître les préoccupations à l'égard du projet. Avant chaque rencontre, on a

transmis un guide d'entrevue aux intéressés pour leur indiquer le type d'informations recherchées. Des entrevues téléphoniques ont également été menées avec plusieurs acteurs du récréotourisme. Les guides d'entrevue sont regroupés à l'annexe B de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

La MRC de Minganie et ses principales municipalités constituantes ainsi que des organismes de développement de la région de la Côte-Nord, de la MRC et de Havre-Saint-Pierre ont été consultés. On a également obtenu de l'information des exploitants de vols nolisés qui desservent la MRC.

Les administrations, organisations et entreprises suivantes ont été consultées :

Ministères :

- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (Secteur du territoire et Faune Québec) ;
- Parcs Canada.

Municipalités et organisations :

- Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre ;
- Association touristique régionale de Duplessis ;
- Centre de recherche Les Buissons ;
- centre local de développement Minganie ;
- conférence régionale des élus de la Côte-Nord ;
- Corporation de développement économique de Havre-Saint-Pierre ;
- municipalité de Havre-Saint-Pierre ;
- municipalité de Longue-Pointe-de-Mingan ;
- municipalité de Natashquan ;
- municipalité régionale de comté de Minganie.

Acteurs du récréotourisme :

- Auberge de jeunesse de la Minganie ;
- Bureau d'informations touristiques Manitou ;
- Bureau d'accueil touristique d'Aguanish ;
- Bureau d'accueil touristique de L'Île-d'Anticosti ;
- Bureau d'accueil touristique Baie-Johan-Beetz ;
- Camping municipal de Havre-Saint-Pierre ;
- Camping de la Minganie ;
- Camping de la plage ;
- Camping municipal Chemin faisant ;
- Camping Relais des Cayes ;
- Centre d'interprétation Le Bord du Cap ;

- Centre d'ornithologie ;
- Centre culturel innu ;
- Club de motoneigistes Le Blizzard ;
- Club de motoneigistes de la Minganie ;
- Club de plein air de la Minganie ;
- Club L'Élan de la côte ;
- Écomertours nord-sud ;
- Entreprises récréotouristiques Fun'Air ;
- Excursions du Phare ;
- Expédition Agaguk ;
- Festival de la famille ;
- Festival des Acadiens ;
- Gîte Chez Margo ;
- L'Échourie ;
- La randonnée des îles ;
- Les Croisières La Relève du Poète Jomphe ;
- La Tournée des îles ;
- Maison de la culture Roland-Jomphe ;
- Marina de Havre-Saint-Pierre ;
- Odyssée Minganie ;
- O.P.S. Kayak de mer ;
- Plongée Boréale ;
- Pneumatique Transport ;
- Bureau d'accueil touristique de Rivière-Saint-Jean ;
- Québec Hors-Circuits ;
- Relais Nordik ;
- Station de recherche des îles Mingan ;
- Université du Québec à Chicoutimi.

Exploitants de vols nolisés :

- Aéropro ;
- Air Aventure Côte-Nord ;
- Air Labrador ;
- Air Satellite ;
- Labrador Air Safari ;
- Québec Air Express ;
- Transfair.

La consultation a principalement porté sur les questions suivantes :

- utilisations de la zone d'étude à des fins récréatives (équipements en place, activités, parcours, etc.) ;
- caractéristiques de la clientèle (nombre de personnes, provenance, évolution de la fréquentation et périodes d'affluence) ;
- évolution et tendances du récréotourisme ;
- projets de développement récréotouristique dans la zone d'étude ;
- attrait de la rivière Romaine par rapport au territoire environnant ;
- préoccupations du secteur récréotouristique à l'égard du projet de la Romaine.

M21.2.4 Entrevues

M21.2.4.1 Zone de l'embouchure de la Romaine

On a organisé des entrevues dans le but de documenter les activités récréotouristiques dans la zone de l'embouchure de la Romaine, plus particulièrement la cueillette de mollusques et la pêche blanche. La sélection des participants a été réalisée à partir d'informations fournies par le MRNF et par l'ACPHSP.

En novembre 2004, une entrevue de groupe sur la pêche blanche dans les rivières Aisley et Lechasseur a réuni quatre adeptes de cette activité. Les thèmes abordés ont été les suivants : la pratique de la pêche blanche, la fréquentation et les périodes de pêche, les lieux de pêche, les accès et les installations, les prises et l'effort de pêche ainsi que les préoccupations des pêcheurs à l'égard du projet. Également en novembre 2004, douze autres adeptes de la pêche blanche ont été contactés. Sept d'entre eux ont participé à une entrevue individuelle et accepté de remplir un questionnaire d'enquête.

En septembre et novembre 2004, on a organisé deux entrevues individuelles pour obtenir des renseignements sur la cueillette de mollusques dans la zone de l'embouchure de la Romaine. Les deux cueilleurs interviewés ont donné des informations sur leurs pratiques et sur leurs préoccupations à l'égard du projet. Il est à noter que cette activité a aussi été abordée lors d'entrevues avec des pêcheurs commerciaux.

Des cartes illustrant l'embouchure de la Romaine et les secteurs environnants étaient à la disposition des participants lors des entrevues. Les guides d'entrevue sont regroupés à l'annexe B de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

M21.2.4.2 Utilisation de la Romaine par les motoneigistes

Un groupe de travail a été formé dans le but de mieux connaître l'utilisation de la rivière Romaine par les motoneigistes. La sélection des participants a été réalisée à partir de la liste des répondants à l'enquête sur l'utilisation du territoire de 2004.

En février 2007, une première rencontre du groupe de travail a réuni six motoneigistes qui traversent ou empruntent fréquemment la Romaine ainsi que deux représentants du Club de motoneigistes Le Blizzard. Les discussions ont porté sur les points suivants : résultats des inventaires, pratiques des motoneigistes, nouvelles conditions de la couverture de glace de la Romaine et répercussions du projet sur l'utilisation de la motoneige.

Une seconde rencontre a eu lieu en août 2007, à laquelle ont pris part deux représentants du Club de motoneigistes Le Blizzard, deux directeurs de l'Association chasse et pêche de Havre-Saint-Pierre et deux motoneigistes. La rencontre a porté sur les nouvelles conditions de la couverture de glace de la Romaine et sur les mesures d'atténuation proposées.

Des cartes illustrant les informations relatives aux points de traversée de la Romaine et aux parcours empruntés par les motoneigistes étaient à la disposition des participants aux rencontres.

M21.2.4.3 Piégeage

En août 2007, les titulaires des trois terrains de piégeage touchés par le projet ont été rencontrés. Les discussions ont porté sur les impacts prévus sur leurs activités de piégeage et sur les mesures d'atténuation proposées.

M21.2.4.4 Savoir écologique des Minganois

La collecte d'informations relatives au savoir écologique des Minganois a été effectuée dans le cadre de deux ateliers qui regroupaient des utilisateurs de la zone d'étude. Un des ateliers a porté sur la rivière Romaine et l'autre, sur la zone de l'embouchure de la rivière et le chenal de Mingan.

Les deux ateliers ont eu lieu à Havre-Saint-Pierre, dans un local de l'ACPHSP. L'atelier sur la rivière Romaine a réuni six résidants de Havre-Saint-Pierre le 12 avril en soirée. L'atelier sur l'embouchure de la Romaine et sur le chenal de Mingan a réuni huit participants dans la soirée du 13 avril. Il est à noter que dix personnes avaient confirmé leur participation au premier atelier et neuf au deuxième.

Dans le cadre de l'atelier sur la rivière Romaine, les échanges ont porté principalement sur la faune aquatique, sur la végétation d'intérêt, sur les oiseaux, sur la grande faune et sur la petite faune. Lors du deuxième atelier, il a surtout été question des poissons, des mollusques et des crustacés, des mammifères marins et des oiseaux. Ces ateliers ont permis de recueillir des renseignements sur l'utilisation actuelle et passée des territoires concernés pour la chasse, la pêche, le piégeage, la cueillette de mollusques et la récolte de petits fruits. Les guides d'entrevue sont regroupés à l'annexe B de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

Les participants ont été recrutés avec l'aide de Parcs Canada, de Faune Québec, de la municipalité de Havre-Saint-Pierre et de l'Association des capitaines propriétaires de Havre-Saint-Pierre. Des informations obtenues dans le cadre des activités d'inventaire (entrevues et enquêtes) ont également guidé le processus de sélection. Par la suite, on a téléphoné aux participants choisis pour vérifier leur intérêt et leur disponibilité.

M21.2.5 Enquêtes

On a réalisé plusieurs enquêtes dans le but de documenter différents aspects du récréotourisme dans la zone d'étude : villégiature, chasse, pêche, piégeage, navigation, canot-camping, motoneige, hébergement et restauration.

Les enquêtes visaient les titulaires de baux de villégiature en territoire public (chalet[1], abri sommaire[2] et terrain), les propriétaires de chalets et de terrains de villégiature en terres privées, les titulaires de terrains de piégeage, les membres de l'ACPHSP, les exploitants de vols nolisés de la Minganie, les entreprises de restauration de Havre-Saint-Pierre ainsi que les entreprises d'hébergement de Longue-Pointe-de-Mingan et de Havre-Saint-Pierre.

Le tableau M21-1 montre les modalités et le calendrier de chaque enquête ainsi que le taux de réponse. Les questionnaires sont regroupés à l'annexe C de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

[1] Un bail pour chalet du MRNF permet au titulaire de construire une unité d'habitation sur un terrain du domaine public d'une superficie d'au minimum 4 000 m^2.

[2] Un bail pour abri sommaire permet au titulaire d'ériger une unité d'habitation d'une superficie maximale de 20 m^2, d'un seul étage et sans fondations permanentes, dépourvue d'électricité et d'eau courante, sur un terrain de 100 m^2 ou moins.

Tableau M21-1 : Enquêtes, rencontres et entrevues sur les activités récréotouristiques

Enquête	Modalités	Calendrier	Taux de réponse (%)
Titulaires de baux pour chalet du MRNF et propriétaires de chalets en terres privées	Envoi de 364 questionnaires par la poste	Du 20 au 27 octobre 2004	—
	Diffusion de 2 messages à la télévision communautaire de Havre-Saint-Pierre	Du 1er au 7 novembre et du 21 au 28 novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 151 questionnaires retournés	22 décembre 2004	41,5
Titulaires de baux de villégiature du MRNF sur des terrains non bâtis et propriétaires de terrains de villégiature non bâtis en terres privées	Envoi de 37 questionnaires par la poste	Du 20 au 27 octobre 2004	—
	Diffusion de 2 messages à la télévision communautaire de Havre-Saint-Pierre	Du 1er au 7 novembre et du 21 au 28 novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 4 questionnaires retournés	22 décembre 2004	10,8
Titulaires de baux pour abri sommaire du MRNF	Envoi de 27 questionnaires par la poste	Du 20 au 27 octobre 2004	—
	Diffusion de 2 messages à la télévision communautaire de Havre-Saint-Pierre	Du 1er au 7 novembre et du 21 au 28 novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 20 questionnaires retournés	22 décembre 2004	74,1
Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre : 409 membres	Envoi de 268 questionnaires par la poste	Du 20 au 27 octobre 2004	—
	Diffusion de 2 messages à la télévision communautaire de Havre-Saint-Pierre	Du 1er au 7 novembre et du 21 au 28 novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 72 questionnaires retournés	22 décembre 2004	26,9
Titulaires de terrain de piégeage dans la zone d'étude : 12 piégeurs	Rencontres individuelles avec 11 piégeurs	Novembre 2004	—
	Envoi de 1 questionnaire par la poste	Novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 12 questionnaires remplis ou retournés	10 décembre 2004	100,0
Exploitants de vols nolisés : 7 noliseurs	Entrevues téléphoniques avec 7 noliseurs	Novembre et décembre 2004	
	Fin de l'enquête : 7 questionnaires remplis	15 décembre 2004	100,0
Adeptes de la pêche blanche sur les rivières Aisley et Lechasseur : 16 pêcheurs	Rencontre de groupe avec 4 pêcheurs	2 novembre 2004	—
	Rencontres individuelles avec 7 pêcheurs (sur les 5 autres, 2 ont refusé de participer, 1 était injoignable et 2 avaient participé à d'autres enquêtes de l'étude)	Novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 7 questionnaires remplis et une entrevue de groupe	10 décembre 2004	78,6
Entreprises de restauration de Havre-Saint-Pierre : 18 entreprises	Entrevues téléphoniques avec 18 entreprises	Novembre et décembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 18 questionnaires remplis	15 décembre 2004	100,0
Entreprises d'hébergement touristique de Havre-Saint-Pierre et de Longue-Pointe-de-Mingan : 22 entreprises	Entrevues téléphoniques avec 21 entreprises (1 injoignable)	Novembre 2004	—
	Fin de l'enquête : 21 questionnaires remplis	10 décembre 2004	95,5

Tableau M21-1 : Enquêtes, rencontres et entrevues sur les activités récréotouristiques (***suite***)

Enquête	Modalités	Calendrier	Taux de réponse (%)
Adeptes de la pêche sportive au saumon dans la rivière Romaine	Entrevues sur le terrain : 33 demi-journées à 2 lieux de pêche	du 18 juin au 7 août 2004	—
	Installation d'un panneau à 1 lieu de pêche (secteur des Cayes) où les pêcheurs pouvaient inscrire leurs captures	18 juin au 7 août 2004	—
	Fin de l'enquête : 32 pêcheurs interviewés et 28 inscriptions sur le tableau des captures	7 août 2004	—
Enquête sur l'utilisation de la motoneige	Entrevues sur le terrain : 3 jours à 3 points de traversée de la rivière Romaine	24 et 26 février et 6 mars 2005	—
	Entrevues additionnelles avec des proches et des connaissances des enquêteurs	22 et 25 février 2005	—
	Fin de l'enquête : 97 motoneigistes interviewés	6 mars 2005	—

M21.2.5.1 Enquête auprès des villégiateurs

La description de la villégiature dans la zone d'étude a été réalisée à partir des données recueillies dans le cadre d'une enquête auprès des titulaires de baux de villégiature (terrain non bâti ou avec chalet) ou de baux pour abri sommaire en territoire public ainsi qu'auprès des propriétaires de terrains (non bâtis ou avec chalet) en terres privées.

Les informations obtenues de la MRC de Minganie ont permis d'établir les coordonnées des villégiateurs concernés. Au total, on a recensé 383 chalets, 35 abris sommaires et 37 terrains de villégiature non bâtis dans la zone d'étude.

On a envoyé un questionnaire de 48 questions à 364 titulaires de baux pour chalet en territoire public ou propriétaires de chalet en terres privées. L'écart entre le nombre de chalets recensés dans la zone d'étude (383) et le nombre de questionnaires envoyés (364) tient au fait que certains titulaires de baux ou propriétaires possèdent deux, voire trois chalets dans la zone d'étude. Le questionnaire comprenait 13 sections : emplacement, description de la propriété, fréquentation, choix de l'emplacement, accès, activités pratiquées, chasse et pêche sportives, navigation, lieux d'intérêt, préoccupations, association ou groupement de villégiateurs et commentaires.

Un questionnaire de 48 questions couvrant les mêmes thèmes a également été envoyé aux propriétaires de terrain de villégiature et aux titulaires de baux de villégiature qui n'ont pas construit de chalet sur leur terrain. Un questionnaire de 46 questions assez semblable a été envoyé aux titulaires de baux pour abri sommaire (27). Il est à noter que les titulaires de baux pour abri sommaire qui possèdent également un chalet dans la zone d'étude (10) n'ont reçu que le questionnaire relatif aux chalets.

On a joint cinq cartes à chaque questionnaire pour permettre aux villégiateurs d'indiquer les éléments suivants :

- lieux de pêche ;
- aires de chasse ;
- parcours de navigation ;
- trajets empruntés pour se rendre au chalet ou aux lieux d'activités ;
- zones de navigation difficile sur la Romaine ;
- lieux d'intérêt et emplacement des installations utilisées pour la chasse.

Le questionnaire était accompagné d'une lettre d'Hydro-Québec. Au total, 151 titulaires de baux pour chalet ou propriétaires de chalet en terres privées, 20 titulaires de baux pour abri sommaire et 4 titulaires de baux de villégiature sur des terrains non bâtis ou propriétaires de terrains de villégiature non bâtis ont rempli et retourné le questionnaire. Le taux de réponse global pour ces trois groupes d'utilisateurs du territoire s'établit à 40,9 %, soit 175 répondants sur 428 questionnaires envoyés.

M21.2.5.2 Enquête auprès des membres de l'Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre

Une enquête distincte a été menée auprès des membres de l'ACPHSP afin de documenter les activités récréatives, notamment la chasse, la pêche et la navigation, pratiquées dans la zone d'étude. Il est à noter que plus de 95 % des membres de l'ACPHSP habitent à Havre-Saint-Pierre.

L'ACPHSP a accepté de fournir la liste et les coordonnées de ses membres aux fins de l'enquête. Sur les 409 membres inscrits en septembre 2004, 141 ont été exclus de l'enquête parce qu'ils avaient déjà été contactés pour d'autres enquêtes. Les autres, soit 268 personnes, ont reçu un questionnaire par la poste au cours des deux dernières semaines d'octobre 2004.

Le questionnaire de 35 questions a été préalablement soumis au conseil d'administration de l'ACPHSP pour avis. Les questions couvraient huit thèmes : activités pratiquées, chasse sportive, pêche sportive, navigation, accès, lieux d'intérêt, préoccupations et commentaires. Les répondants disposaient de cinq cartes pour indiquer les éléments suivants :

- aires de chasse sportive ;
- lieux de pêche sportive ;
- parcours de navigation ;
- itinéraires empruntés pour se rendre aux lieux d'activités ;
- zones de navigation difficile sur la Romaine ;
- lieux d'intérêt ;
- emplacement d'installations utilisées pour la chasse.

Deux lettres accompagnaient le questionnaire, une de l'ACPHSP et l'autre d'Hydro-Québec.

Parallèlement, la population de Havre-Saint-Pierre a été invitée à participer à cette enquête. Un message invitant les citoyens à se procurer le questionnaire de l'enquête au bureau local d'Hydro-Québec a été diffusé à la télévision communautaire de Havre-Saint-Pierre durant la première et la dernière semaine de novembre 2004.

Tous les questionnaires reçus le 10 décembre 2004 au plus tard ont été retenus pour fins de compilation des résultats de l'enquête. Au total, 72 des 268 membres de l'ACPHSP qui avaient été contactés ont rempli et retourné le questionnaire, soit un taux de réponse de 26,9 %. Si on tient compte des membres de l'ACPHSP qui ont participé à d'autres enquêtes, le taux de réponse des membres de l'ACPHSP pour l'ensemble des enquêtes (titulaires de baux du MRNF pour chalet et propriétaires de chalet en terres privées, titulaires de baux du MRNF pour abri sommaire, titulaires de baux de villégiature du MRNF sur des terrains non bâtis, propriétaires de terrains de villégiature non bâtis en terres privées et membres de l'ACPHSP) s'établit à 36,2 % (148 membres sur 409).

M21.2.5.3 Enquête sur la pêche sportive sur la rivière Romaine

Afin de documenter la pêche sportive sur la Romaine, particulièrement la pêche au saumon, une enquête a été réalisée sur le terrain entre le 18 juin et le 7 août 2004. Après consultation de l'ACPHSP, on a retenu deux lieux de pêche pour cette enquête :

- le secteur des Cayes, près de l'embouchure de la Romaine ;
- le secteur de la rivière Puyjalon et de la chute de l'Église, entre les PK 13 et 17 de la Romaine.

Le questionnaire comprenait 13 questions sur la pêche au saumon et à d'autres espèces. Au total, les enquêteurs ont passé 19 demi-journées dans le secteur des Cayes et 14 demi-journées dans le secteur de la rivière Puyjalon et de la chute de l'Église.

De plus, on a installé un panneau à l'Auberge de jeunesse de la Minganie, à proximité du secteur des Cayes, et invité les pêcheurs à y inscrire leurs prises lorsque les enquêteurs étaient absents. Au total, 32 pêcheurs ont été interviewés et 17 ont inscrit leurs prises sur le panneau.

M21.2.5.4 Enquête sur l'utilisation de la Romaine par les motoneigistes

Les enquêtes réalisées à l'automne 2004 auprès des utilisateurs de la zone d'étude ont montré que les motoneigistes traversaient la rivière Romaine à quatre endroits principalement, respectivement situés entre les PK 2 et 3, les PK 16 et 19, les PK 25 et 27 et les PK 30 et 32. Une enquête sur le terrain a permis d'obtenir des informations additionnelles et de mieux qualifier l'utilisation de la Romaine par les motoneigistes. Un survol effectué avant la tenue de l'enquête a confirmé l'emplacement précis des points de traversée.

Pour les besoins de l'enquête, on a posté deux enquêteurs aux points de traversée du PK 18 et du PK 26. Un troisième enquêteur se déplaçait entre ces deux stations et le point de traversée du sentier de motoneige Trans-Québec n^{o} 3 (PK 3) de façon à intercepter les motoneigistes qui franchissaient la Romaine à d'autres endroits. Cet enquêteur s'est principalement attardé au point de traversée du PK 3. Le point de traversée situé entre les PK 30 et 32 n'a pas été visité, les enquêteurs locaux (résidants de Havre-Saint-Pierre) ayant indiqué que la rivière était difficile d'accès et peu sûre à cet endroit.

L'enquête a duré trois jours : un jour de semaine, le 24 février 2005, et deux jours de week-end, le 26 février et le 6 mars 2005, soit au début et à la fin de la relâche scolaire, au cours de laquelle on prévoyait un plus grand nombre de passages de motoneigistes. Le travail d'enquête débutait vers 8 h 30 pour se terminer vers 16 h 30. Les enquêteurs locaux ayant indiqué que le point de traversée du PK 26 était le plus fréquenté, deux enquêteurs étaient postés à cet endroit le matin.

Le questionnaire proposé aux motoneigistes interceptés comprenait 11 questions couvrant notamment les sujets suivants :

- motifs d'utilisation de la motoneige ;
- points de départ et de destination de la randonnée ;
- fréquence des traversées de la Romaine ;
- parcours sur la Romaine ;
- périodes d'utilisation de la motoneige ;
- niveau de satisfaction à l'égard des points de traversée et des parcours sur la Romaine.

Parallèlement, les 22 et 25 février 2005, les enquêteurs ont soumis le questionnaire à des membres de leur entourage qui font de la motoneige sur la Romaine. Au total, 97 questionnaires ont été remplis, dont une dizaine par l'entourage des enquêteurs. Seize motoneigistes ont refusé de répondre au questionnaire, faute de temps ou d'intérêt.

M21.2.5.5 Enquête auprès des titulaires de terrains de piégeage

Les activités de piégeage des titulaires de terrains de piégeage adjacents à la Romaine et à la route de la Romaine ont fait l'objet d'une enquête particulière. Les titulaires ont été recensés à partir d'informations obtenues de Faune Québec et de l'ACPHSP.

Une version préliminaire du questionnaire a été testée par un directeur de l'ACPHSP qui exploite un terrain de piégeage dans la zone d'étude. Le questionnaire comportait 64 questions sur 12 thèmes : piégeage, autres activités récréatives pratiquées sur le terrain de piégeage, autres activités pratiquées dans la zone d'étude, autres utilisateurs, pêche, chasse, navigation, accès, lieux d'intérêt, caractéristiques sociodémographiques, préoccupations et commentaires. Une carte du terrain de piégeage visé et cinq cartes de la zone d'étude accompagnaient le questionnaire.

Douze titulaires de terrains de piégeage ont été contactés. Onze ont rempli le questionnaire en novembre 2004 à l'occasion d'une entrevue individuelle. Le dernier a rempli le questionnaire individuellement et l'a retourné par la poste.

M21.2.5.6 Enquête auprès des exploitants de vols nolisés

On a effectué une enquête auprès des exploitants de vols nolisés pour documenter la pratique d'activités récréatives par des personnes qui prennent l'avion pour se rendre sur la rivière Romaine ou ailleurs dans la zone d'étude. Au total, sept entreprises régionales désignées par la municipalité de Havre-Saint-Pierre, qui gère l'aéroport (voir la section M21.2.3), ont répondu à un questionnaire administré par téléphone.

Le questionnaire de 21 questions portait sur les services offerts, sur les lieux d'amerrissage et sur la clientèle qui fréquente la rivière Romaine ou le territoire adjacent pour la pratique des activités suivantes : canotage, canot-camping et kayak ainsi que chasse et pêche sportives. Les entrevues se sont déroulées en novembre et en décembre 2004.

M21.2.5.7 Enquête auprès des entreprises de restauration et d'hébergement

Une enquête a été menée auprès des entreprises de restauration de Havre-Saint-Pierre ainsi que des entreprises d'hébergement de Longue-Pointe-de-Mingan et Havre-Saint-Pierre. Cette enquête avait pour but d'évaluer la capacité d'accueil de la région en prévision du projet de la Romaine, compte tenu des besoins de l'industrie touristique et d'autres secteurs.

En novembre et décembre 2004, 18 entreprises de restauration et 22 établissements d'hébergement ont été contactés. Le questionnaire comprenait six questions pour les entreprises d'hébergement et sept pour les entreprises de restauration sur les sujets suivants : capacité d'accueil, périodes d'activité, services offerts, nombre d'employés, achalandage et projets de développement.

M21.3 Références

Aquabio Concept, Alain Danais. 2003. *Route des Baleines. Phase II. Étude du potentiel de développement touristique*. Vol. 2 : *MRC de Minganie*. Préparé pour l'ATR de Duplessis. Sept-Îles, Aquabio Concept, Alain Danais. Non paginé.

Alliance Environnement. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi milieu humain 2005. Pêche et chasse par les travailleurs, villégiature et récréotourisme, utilisation des accès au chantier*. Préparé pour Hydro-Québec. Trois-Rivières, Alliance Environnement. 95 p. et ann.

Alliance Environnement. 2007. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi milieu humain 2006. Pêche et chasse par les travailleurs, utilisation des accès et mesures pour la navigation*. Préparé pour Hydro-Québec. Trois-Rivières, Alliance Environnement. 57 p. et ann.

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2004*a*. *Guide touristique 2004-2005. Côte-Nord Duplessis*. Sept-Îles, ATR de Duplessis. 104 p.

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2004*b*. *Stratégie de la région touristique de Duplessis*. Document PowerPoint. Sept-Îles, ATR de Duplessis.

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2007. *Plan stratégique de développement et de marketing touristique 2007-2010*. Sept-Îles, ATR de Duplessis. 62 p.

Canada, Ministère de l'Environnement. 2004*a*. *Règlement sur la chasse aux oiseaux migrateurs, 2004.* En ligne : [http://www.cws-scf.ec.gc.ca].

Canada, Ministère de l'Environnement. 2004*b*. *Refuges d'oiseaux migrateurs (ROM).* En ligne : [http://www.qc.ec.gc.ca].

Castonguay, Dandenault et Associés. 2005. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 2004 en phase exploitation. Utilisation du territoire*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Castonguay, Dandenault et Associés. 115 p. et ann.

Centre local de développement (CLD) Minganie. 2004. L*a Minganie généreuse de nature.* Dépliant touristique. Havre-Saint-Pierre, CLD Minganie.

Club de motoneigistes Le Blizzard. Non daté. *Sentier futur. Sentier existant.* Havre-Saint-Pierre, Club de motoneigistes Le Blizzard. 1 carte.

Desjardins Marketing Stratégique et Pluram, Planam et Cultura. 2003. *Étude de faisabilité, de rentabilité et de développement visant à implanter à Natashquan un produit touristique d'appel basé sur la vie et l'uvre de Gilles Vigneault, Natashquan.* Québec, Desjardins Marketing Stratégique. 142 p.

Fédération des pourvoyeurs du Québec (FPQ). 2004. *Guide des pourvoiries du Québec*. Québec, FPQ.

Fédération québécoise du canot-camping (FQCC). 1983. *Rivière Romaine 07-38-00-00.* Carte-guide à l'échelle de 1 : 50 000. Montréal, FQCC.

Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK). 1999. *Carte générale des parcours canotables du Québec.* Montréal, FQCK.

Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK). 2000. *Guide des parcours canotables du Québec.* T. II : *Nord du fleuve Saint-Laurent excluant le bassin de l'Outaouais.* Montréal, FQCK. 268 p.

Gingras, A., et R. Audy. 1989. *Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de chasse 19 à l'hiver 1987-88.* Sept-Îles, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale de la Côte-Nord. 58 p.

GDG Conseil. 2001. *Les réservoirs d'Hydro-Québec et les activités nautiques, de villégiature et d'exploitation faunique*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, GDG Conseil. 44 p et ann.

Groupe Conseil TDA. 2007. *Projet la Romaine. Impacts sur les infrastructures municipales. Municipalité de Havre-Saint-Pierre. Rapport d'étape 1*. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Baie-Comeau, Groupe Conseil TDA. 204 p. et ann.

Hydro-Québec. 2002. *Complexe de la Romaine-1. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.

Hydro-Québec. 2003. *Construction de l'aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3, 1994-2002. Faits saillants du bilan environnemental.* Montréal, Hydro-Québec. 21 p.

Hydro-Québec. 2004*a*. *Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Étude d'impact sur l'environnement*. 9 vol. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.

Hydro-Québec. 2004*b*. *Aménagements hydroélectriques de la Chute-Allard et des Rapides-des-Curs. Étude d'impact sur l'environnement*. 4 vol. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Production. 2005. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnustouc. Bilan des activités environnementales 2004*. Montréal, Hydro-Québec Production. 49 p.

Hydro-Québec Production. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnustouc. Bilan des activités environnementales 2005*. Montréal, Hydro-Québec Production. 67 p.

Lamontagne, G., et S. Lefort. 2004. *Plan de gestion de l'orignal 2004-2010*. Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. 265 p.

Lefort, S., L. Gignac et G. Lamontagne. 2004. *Gros gibier au Québec en 2001 (exploitation par la chasse et mortalité par des causes diverses).* Québec, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats. 68 p.

Nove Environnement. 2006. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain-1. Étude de suivi des activités de chasse et de pêche sportives par les travailleurs en 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Trois-Rivières, Nove Environnement. 45 p. et ann.

Nove Environnement. 2007. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain-1. Étude de suivi des activités de chasse et de pêche sportives par les travailleurs en 2005-2006.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Trois-Rivières, Nove Environnement. 57 p. et ann.

Parcs Canada. 2004. *Réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan. Statistiques comparatives de fréquentation 2000-2004.* Havre Saint-Pierre, Parcs Canada, Unité de gestion de Mingan. 28 tableaux.

Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources (MER). Non daté. *Macrozonage de l'utilisation faunique et récréative. Région Côte-Nord.* Carte à échelle de 1 : 1 000 000. Québec, MER.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 2002. *Programme de soutien financier. Pourvoirie Québec. Standard international.* En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca]. À jour au 18 mai 2004.

Québec, Ministère des Ressources naturelles (MRN). 2003. *Mission. Secteur du territoire.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*a*. *Espèces menacées ou vulnérables. Dernière heure. Caribou des bois, écotype forestier.* En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*b*. *Fichier des baux à des fins personnelles. Territoire de la Côte-Nord.* À jour au 6 avril 2005. Baie-Comeau, MRNF, Direction régionale de la gestion du territoire public de la Côte-Nord.

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*c*. *Les écosystèmes forestiers exceptionnels. Éléments clés de la diversité biologique du Québec.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2005*d*. *Statistiques de chasse au Québec. Grande faune. Ours noir, 2004*. En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2006. *Bilan de l'exploitation du saumon au Québec en 2005.* Québec, MRNF, Direction générale du développement et de l'aménagement de la faune. Non paginé.

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 2007. *Gros gibier au Québec. Données de récolte. 1er mai 2005 au 30 avril 2006.* Québec, MRNF, Direction du développement de la faune et Direction de l'aménagement de la faune du Nord-du-Québec. 52 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Non daté. *La faune et la nature ça compte. La popularité des activités liées à la faune et à la nature sur la Côte-Nord*. En ligne : [http://www.mrnf.gouv.qc.ca/faune].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*a*. *Calendrier de chasse sportive 1er avril - 31 mars 2005*. En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*b*. *Critères proposés par Faune Québec, direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord pour l'allocation d'emplacements de villégiature dans le plan régional de développement de la villégiature de la Côte-Nord.* Sept-Îles, MRNFP, Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord. 2 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*c*. *La chasse d'hiver au caribou, saison 2004-2005.* 31 p. En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*d*. *La pêche sportive au Québec. Principales règles : 1er avril 2004 au 31 mars 2005.* Québec, MRNFP. 54 p.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*e*. *Le piégeage au Québec. Principales règles : 1er août 2004 au 31 juillet 2005.* 25 p. En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*f*. *Mission ministérielle.* En ligne : [http://www.mrnfp.gouv.qc.ca].

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*g*. *Nombre de permis de chasse et de pêche sportives vendus sur la Côte-Nord pour les années 2001 à 2003, par catégorie*. Québec, MRNFP. Tableau.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*h*. *Saison 2004. Récolte d'orignaux par zones de chasse (incluant les réserves).* Québec, MRNFP. Tableau.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*i*. « Statistiques de récolte d'animaux à fourrure dans les unités de gestion des animaux à fourrure (UGAF) de la Côte-Nord. Saisons 2002-2003 et 2003-2004 ». 2 tableaux. Non publié.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004*j*. *Ventes de permis de 1993 à 2003.* Québec, MRNFP. Tableau.

Québec, Ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2005. *Bilan de l'exploitation du saumon au Québec en 2004.* Québec, MRNFP, Direction générale du développement et de l'aménagement de la faune. Non paginé.

Québec, Ministère du Tourisme. 2005. *Statistiques touristiques. Le tourisme au Québec en bref. 2004*. Québec, Tourisme Québec. 13 p.

Roche ltée, Groupe-conseil. 2007. *Note technique. Version finale. Étude de circulation. Complexe de la Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Roche Ingénieurs-conseils. 22 p. et ann.

Saint-Laurent Vision 2000. 1999. *Bulletin le Fleuve : La cueillette récréative des mollusques sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent.* 4 p. En ligne : [http://www.slv2000.qc.ec.gc.ca].

Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). 2001. *Plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Côte-Nord*. Sept-Îles, FAPAQ, Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord. 113 p.

Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). 2003. *L'importance des activités récréatives liées à la faune et à la nature au sein de la population des différentes régions du Québec en 2000.* En ligne : [http://www.fapaq.gouv.qc.ca].

M22 Navigation

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M22.1 Objectifs

Cette étude a pour objectif, d'une part, d'établir les caractéristiques actuelles de la navigation sur la rivière Romaine et, plus particulièrement, de décrire les éléments suivants :

- tronçons utilisés pour la navigation ;
- conditions de navigation ;
- contraintes à la navigation ;
- périodes de navigation ;
- équipements et infrastructures d'accès aux plans d'eau ;
- motifs et types d'utilisations associées à la navigation (villégiature, chasse, pêche, navigation de plaisance, canotage, kayak, etc.) ;
- nombre d'utilisateurs ;
- densité de la navigation ;
- activités associées au tourisme et aux entreprises commerciales ;
- types d'embarcations (embarcation motorisée, canot, kayak et autres) et de moteurs utilisés.

D'autre part, cette étude vise, à partir des conditions actuelles de navigation mises en relation avec les données relatives aux nouvelles conditions hydrographiques et hydrologiques (niveaux, débits et aires d'ennoiement), à déterminer les conditions futures de navigation et à évaluer les impacts du projet.

Les renseignements recueillis sur la navigation sont présentés dans l'étude sectorielle suivante :

- Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Depuis le dépôt de cette étude en 2005, certaines informations concernant la navigation ont été mises à jour à partir de données obtenues d'intervenants du milieu et de documents produits en 2006 et en 2007. La description présentée dans l'étude d'impact peut donc différer de celle du rapport d'inventaire du milieu humain.

M22.2 Méthodes d'inventaire

Les informations présentées dans l'étude sur la navigation proviennent de la documentation existante, principalement des cartes et documents de la Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK), ou ont été recueillies dans le cadre de rencontres et d'entrevues téléphoniques avec des acteurs du récréotourisme. On a également procédé à des observations sur le terrain et mené des enquêtes auprès des utilisateurs de la zone d'étude et des exploitants de vols nolisés.

M22.2.1 Documentation

Les données relatives aux conditions de navigation en canot et en kayak sur la Romaine ont été tirées du *Guide des parcours canotables du Québec* publié par la FQCK (2000). Celle-ci propose une classification générale des difficultés des parcours et des rapides avec indication des zones à risque, des obstacles infranchissables et des tronçons navigables. On trouvera plus de détails sur cette classification à l'annexe F de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

On a également tenu compte des données de la carte-guide de la rivière Romaine que la Fédération québécoise du canot-camping (FQCC) a publiée en 1983.

La section M22.4 regroupe les documents consultés.

M22.2.2 Inventaires sur le terrain

Cinq survols de la zone d'étude ont été effectués, en juin, août et septembre 2004 ainsi qu'en février et octobre 2005 dans le but d'inventorier les utilisations du territoire et les activités pratiquées sur la Romaine. Ces inventaires sur le terrain ont notamment permis d'identifier et de localiser les équipements et les infrastructures riveraines associées à la navigation, notamment les quais et les rampes de mise à l'eau.

De plus, on a demandé à une vingtaine d'employés d'Hydro-Québec et à des spécialistes engagés par l'entreprise de tenir un carnet d'observations pendant leurs missions sur le terrain. Les informations recherchées concernaient notamment la pratique du canotage, du canot-camping et du kayak sur la Romaine. Les carnets ont été distribués au début de juin 2004 et récupérés en octobre de la même année.

M22.2.3 Rencontres et entrevues

En 2004 et en 2005, des entrevues téléphoniques et des rencontres ont été organisées avec des acteurs du milieu dans le but, notamment, de recueillir des informations concernant la navigation sur la Romaine.

Avant chaque entrevue et rencontre, on a transmis un guide d'entrevue aux intéressés pour leur indiquer le type d'informations recherchées. Les guides d'entrevue sont regroupés à l'annexe B de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

Des représentants des ministères, des municipalités, des entreprises et des organismes ci-dessous ont été consultés :

- Auberge de jeunesse de la Minganie ;
- Association Chasse et Pêche de Havre-Saint-Pierre ;
- Expédition Agaguk ;
- ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec ;
- municipalité de Havre-Saint-Pierre ;
- municipalité régionale de comté de Minganie ;
- Odyssée Minganie ;
- O.P.S. Kayak de mer ;
- Parcs Canada ;
- Québec Hors-Circuits ;
- Québec North Shore and Labrador Railway ;
- Université du Québec à Chicoutimi.

En 2007, des représentants d'entreprises et d'organismes ont été contactés afin de mettre à jour des informations obtenues en 2004 et en 2005.

Afin d'obtenir des informations sur le type d'embarcations et de moteurs utilisés sur la Romaine, on a également consulté un marchand de Havre-Saint-Pierre qui vend de l'équipement pour la navigation de plaisance.

M22.2.4 Enquêtes

Certaines sections des enquêtes menées auprès des utilisateurs de la zone d'étude portaient sur la navigation.

Les enquêtes visaient notamment les détenteurs de baux de villégiature en territoire public (chalet, abri sommaire et terrain), les propriétaires de chalets et de terrains de villégiature en terres privées, les détenteurs de terrains de piégeage et les membres de l'ACPHSP.

Les questions portaient sur les aspects suivants :

- activités associées à la navigation sur la Romaine (chasse, pêche, plaisance, etc.) ;
- nombre de jours de navigation par année ;
- tronçons fréquentés ;
- type d'embarcations utilisées (embarcation motorisée, canot, kayak et autres) ;
- tronçons présentant des difficultés de navigation (emplacement, type de difficultés et période de l'année).

De plus, on a mené une enquête auprès des exploitants de vols nolisés pour documenter les pratiques des amateurs de canotage, de kayak et de canot-camping qui prennent l'avion pour se rendre à la rivière Romaine ou ailleurs dans la zone d'étude.

Au total, sept noliseurs régionaux désignés par la municipalité de Havre-Saint-Pierre, qui gère l'aéroport, ont répondu à un questionnaire administré par téléphone. Le questionnaire portait sur les services offerts et sur la clientèle qui fréquente la rivière Romaine pour le canotage, le canot-camping et le kayak. Les entrevues ont eu lieu en novembre et en décembre 2004.

Les questionnaires d'enquête sont regroupés à l'annexe C de l'étude sur le milieu humain (Hydro-Québec Équipement, 2005).

M22.3 Étude des conditions futures de navigation

M22.3.1 Navigation en embarcation motorisée

La mise en relation des conditions actuelles de navigation avec les données relatives aux nouvelles conditions hydrographiques et hydrologiques (niveaux, débits et aires d'ennoiement) ont permis de déterminer les modifications des conditions de navigation et d'évaluer les impacts du projet. Les conditions de navigation motorisée ont été évaluées principalement au regard de la profondeur navigable, c'est-à-dire le niveau d'eau nécessaire à la circulation des embarcations.

Pour fins d'analyse des conditions futures de navigation en embarcation motorisée et d'évaluation des impacts du projet, on a réparti les tronçons de cours d'eau en deux grandes classes :

- Tronçon non navigable ou navigable avec difficulté : portion de rivière où le chenal a une profondeur inférieure à 1 m ou comprend un obstacle infranchissable ou certaines contraintes (chute, rapides, haut-fond, seuil, roche, etc.). La navigation exige une certaine prudence et peut s'avérer très difficile, voire impossible, dans certains tronçons.
- Tronçon navigable : portion de rivière dont le chenal a une profondeur de plus de 1 m et qui est sans obstacle à la navigation.

Également, l'étude des conditions futures de navigation a évalué les conditions d'accessibilité des rives et des plans d'eau, y compris les réservoirs.

M22.3.2 Navigation en canot et en kayak

Tout comme pour la navigation en embarcation motorisée, les conditions actuelles de navigation en canot et en kayak sur la Romaine ont été mises en relation avec les données relatives aux nouvelles conditions hydrographiques et hydrologiques (niveaux, débits et aires d'ennoiement) afin de déterminer les modifications des conditions de navigation et d'évaluer les impacts du projet.

Pour fins d'analyse des conditions futures de navigation en canot ou en kayak, on a réparti les tronçons de cours d'eau en deux grandes classes :

- Tronçon non navigable : portion de rivière où le chenal a une profondeur inférieure à 0,30 m ou comprend un obstacle infranchissable selon la classification des rapides et des seuils définie par la FQCK (2000). La navigation exige une certaine prudence et peut s'avérer très difficile, voire impossible, dans certains tronçons.

- Tronçon navigable : portion de rivière dont le chenal a une profondeur de plus de 0,30 m. Les conditions de franchissement et le niveau de difficulté des rapides et des seuils sont définis selon la classification de la FQCK.

Également, l'étude des conditions futures de navigation en canot et en kayak a évalué les conditions d'accessibilité des rives et des plans d'eau, y compris les réservoirs et les conditions de franchissement des barrages hydroélectriques.

M22.4 Références

Association touristique régionale (ATR) de Duplessis. 2004. *Guide touristique 2004-2005. Côte-Nord Duplessis.* Sept-Îles, ATR de Duplessis. 104 p.

Fédération québécoise du canot-camping (FQCC). 1983. *Rivière Romaine 07-38-00-00.* Carte-guide à l'échelle de 1 : 50 000. Montréal, FQCC.

Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK). 1999. *Carte générale des parcours canotables du Québec.* Montréal, FQCK.

Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK). 2000. *Guide des parcours canotables du Québec.* T. II : *Nord du fleuve Saint-Laurent excluant le bassin de l'Outaouais.* Montréal, FQCK. 268 p.

Hydro-Québec Équipement. 2003. *Méthode d'évaluation environnementale des nouveaux aménagements hydroélectriques*. Préparé en collaboration avec GENIVAR Groupe Conseil. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

M23 Paysage

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M23.1 Objectifs

L'étude du paysage a pour objectif de comprendre l'organisation paysagère de la rivière Romaine et plus précisément :

- d'établir l'état de référence du paysage visé par le projet et d'en faire l'analyse ;
- d'évaluer la nature et l'importance des effets du projet sur le paysage ;
- de proposer des mesures d'atténuation.

Les résultats de l'étude du paysage sont présentés dans l'étude sectorielle suivante :

- Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

M23.2 Méthodes

L'inventaire du paysage a été effectué selon la *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition* (Hydro-Québec, 1992), qui a été adaptée pour l'occasion aux particularités du projet du complexe de la Romaine.

Cette méthode comporte trois grandes étapes :

- la description de la province naturelle et des paysages types dans lesquels s'inscrit la rivière Romaine ;
- la délimitation de l'unité de paysage de la rivière Romaine ;
- la délimitation et la description des segments de l'unité de paysage de la rivière Romaine.

M23.2.1 Provinces naturelles et paysages types

Les provinces naturelles correspondent à de vastes territoires qui se distinguent par des caractéristiques physiographiques et végétales particulières. Leur description a été tirée du document *Les provinces naturelles* (Québec, MENV, 1999).

Les paysages types correspondent à des sous-espaces des provinces naturelles qui se distinguent par un agencement ou par un mode d'organisation particulier des composantes naturelles et humaines. Ces paysages ont été repérés à partir de la carte *Inventaire du capital-nature de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord* (Québec, MENV, 1985) et des inventaires des milieux naturel et humain de la zone d'étude.

M23.2.2 Délimitation de l'unité de paysage de la rivière Romaine

L'unité de paysage de la rivière Romaine correspond à la limite du champ visuel perceptible à partir du cours d'eau lui-même. Le champ visuel a été délimité en fonction de la configuration du milieu, soit à partir des lignes de crête du relief ou de la végétation bordant les rives. Les unités de paysage limitrophes n'ont pas été inventoriées puisque les centrales, barrages et réservoirs projetés sont concentrés à l'intérieur de l'unité de paysage de la Romaine.

M23.2.3 Délimitation et description des segments de l'unité de paysage de la rivière Romaine

Les segments de l'unité de paysage de la rivière Romaine se distinguent par l'homogénéité de leurs différentes composantes naturelles. Leur délimitation a été réalisée sur la base des caractéristiques topographiques, végétales et hydriques de l'unité de paysage de la rivière.

Les paramètres qui ont servi à la description des différents segments de paysage de la rivière reposent sur les données d'inventaire des milieux naturel et humain ainsi que sur les données recueillies lors de survols en hélicoptère. Ces paramètres sont les suivants :

- La configuration et la composition du champ visuel : la configuration du champ visuel est déterminée par l'encadrement visuel, les types de vue et les plans de vision (avant-plan, plan intermédiaire et arrière-plan) ; la composition du champ visuel correspond à l'agencement des éléments qui concourent à la structuration des différents plans de vision, soit le relief et la végétation.
- Les caractéristiques hydriques de la rivière, soit la configuration de la rivière et le régime des eaux.
- Les éléments d'intérêt visuel, soit des éléments reconnus pour leur qualité esthétique, leur unicité, leur valeur symbolique ou l'intérêt qu'ils suscitent chez les utilisateurs du territoire. À cet égard, plusieurs enquêtes et entrevues de groupe ont permis de recenser les endroits de la Romaine qui sont valorisés par les utilisateurs (voir la méthode 21).
- L'utilisation du territoire, soit les activités et les usages observés à l'intérieur de l'unité de paysage de la Romaine. Plusieurs de ces activités ou usages ont un lien direct avec l'observation du paysage. Il est à noter que l'inventaire de l'utilisation du territoire a été limité à une distance de 500 m de part et d'autre de l'unité de paysage de la Romaine. On a jugé qu'au-delà de 500 m les activités pratiquées n'avaient pas de lien direct avec les composantes du paysage de la rivière.

M23.3 Références

Hydro-Québec. 1992. *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition.* Préparé en collaboration avec le Groupe Viau et le Groupe-conseil Entraco. Montréal, Hydro-Québec.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapport d'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Québec, Ministère de l'Environnement (MENV). 1985. *Inventaire du capital-nature de la Moyenne et Basse Côte-Nord.* Carte à l'échelle de 1 : 1 000 000. Québec, MENV.

Québec, Ministère de l'Environnement (MENV). 1999. *Les provinces naturelles, niveau I du Cadre écologique de référence du Québec.* Document interne. Québec, MENV.

M24 Forêt

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M24.1 Objectifs

L'étude forestière du territoire qui sera touché par le projet vise principalement les objectifs suivants :

- réaliser un inventaire forestier et cartographier la ressource en bois ;
- analyser la faisabilité d'un plan de récupération des peuplements marchands potentiellement récupérables à l'intérieur des quatre réservoirs projetés sur la Romaine ;
- évaluer la biomasse restante après récupération des peuplements marchands, le potentiel de déboisement par les agents naturels ainsi que le potentiel d'accumulation des débris ligneux ;
- évaluer la perte de possibilité forestière.

Des renseignements plus détaillés concernant les méthodes utilisées pour atteindre ces objectifs apparaissent dans l'étude sectorielle suivante :

- Consultants forestiers DGR. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine. Études forestières. Portrait forestier.* Québec, Consultants forestiers DGR.

M24.2 Méthodes

L'étude forestière repose sur un inventaire forestier sur le terrain (sondage) et sur une cartographie des peuplements forestiers, qui ont été réalisés selon une méthode normalisée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF).

M24.2.1 Inventaire forestier

L'inventaire forestier a porté sur les réservoirs projetés du complexe de la Romaine. Le plan de sondage a été élaboré à partir des cartes forestières à l'échelle de 1 : 50 000 du MRNF, établies lors du deuxième programme décennal d'inventaire forestier, et de la carte de base du territoire à l'échelle de 1 : 20 000.

L'inventaire du couvert forestier dans les limites des réservoirs projetés a été réalisé au moyen de 317 placettes-échantillons circulaires de 400 m^2 distribuées au hasard. Une vingtaine de regroupements de strates forestières relativement homogènes au regard de l'âge, de la densité, de la hauteur et de la composition en essences ont été qualifiés. Chaque placette a fait l'objet d'un relevé qui comprenait les mesures suivantes :

- dénombrement et mesure du DHP (diamètre à hauteur de poitrine) des tiges de 10 cm et plus, par essence, pour toutes les tiges vivantes ;
- dénombrement et mesure du DHP des tiges de 2 à 8 cm, par essence, pour toutes les tiges vivantes, à l'intérieur de sous-placettes de 40 m^2.

Des arbres témoins représentatifs des peuplements inventoriés (épinettes noires et sapins baumiers) ont été échantillonnés sur chaque placette dans le but d'établir des relations DHP-hauteur d'arbres. On a utilisé ces relations pour construire des tarifs de cubage locaux en vue d'estimer avec plus de précision les volumes des tiges résineuses. En ce qui concerne les autres essences, moins nombreuses, on a utilisé des tarifs de cubage propres à l'unité de compilation 95-4 du MRNF pour estimer les volumes par arbre.

De plus, 60 autres placettes ont été établies dans des peuplements forestiers improductifs (dénudés secs et humides) pour l'évaluation de la biomasse des débris ligneux.

Le regroupement des données de placettes-échantillons associées aux regroupements de strates permet de produire des tables de peuplement et des tables de stock qui sont liées à la base de données géographiques découlant de la cartographie forestière.

M24.2.2 Cartographie forestière

La cartographie forestière des réservoirs projetés comprend les étapes suivantes :

- Photo-interprétation des peuplements forestiers à partir de photographies aériennes en noir et blanc à l'échelle de 1 : 15 000 qui ont été prises en 1999 pour les réservoirs de la Romaine 1 et de la Romaine 4, et en 2003 pour les réservoirs de la Romaine 2 et de la Romaine 3, où des chablis et des feux sont survenus en 2001 et en 2003.
- Découpage plus fin des peuplements forestiers (jusqu'à 2 ha plutôt que 8 ha selon la norme usuelle du MRNF relative à la superficie minimale d'interprétation).
- Classification de l'espace forestier selon trois catégories prévues au cahier des normes du MRNF :
  - terrains forestiers productifs ;
  - terrains forestiers improductifs, qui regroupent les aulnaies et les dénudés secs et humides ;
  - terrains non forestiers, qui comprennent notamment les plans d'eau, les emprises des lignes de transport d'énergie et les gravières.
- Caractérisation sur photographies aériennes des terrains forestiers productifs en fonction des critères suivants :
  - composition en essences ;
  - densité du couvert ;
  - hauteur des peuplements ;
  - âge des peuplements ;
  - perturbations forestières.

- Transfert des polygones forestiers des photographies aériennes sur la carte de base par ortho-image.
- Production géomatique d'une carte forestière de base à l'échelle de 1 : 20 000 par numérisation des peuplements, qui reçoivent une appellation et un numéro unique. Chaque polygone représentant un peuplement forestier est associé à la base des données de l'inventaire forestier, et sa superficie est calculée précisément par l'outil ARC/INFO.
- À l'automne 2005, mise à jour de la carte forestière et de la base de données pour tenir compte d'incendies récents dans le réservoir de la Romaine 4. Le contour des aires brûlées a été tracé à main levée sur des cartes à l'échelle 1 : 20 000, lors d'un survol en hélicoptère, pour ensuite être saisi à l'aide des procédés géomatiques habituels.

M24.2.3 Faisabilité d'un plan de récupération des peuplements marchands potentiellement récupérables dans les réservoirs de la Romaine

L'étude sur la faisabilité technique et économique – compte tenu du calendrier de mise en eau des réservoirs – d'un plan de récupération des peuplements marchands potentiellement récupérables dans les zones ennoyées, comporte les étapes suivantes :

- analyse des données forestières de base (superficies boisées et volumes de bois dans les zones qui seront affectées, c'est-à-dire les sols ennoyés) ;
- examen des accès routiers possibles pour le transport des bois coupés ainsi que des contraintes de récupération dans les secteurs inaccessibles (pentes fortes) ;
- présélection des peuplements susceptibles d'être récupérés, en fonction de critères d'exploitabilité économique (minimum de 50 m^3/ha en tiges résineuses) ;
- élaboration d'un plan de récupération des bois marchands potentiellement récupérables : détermination des peuplements forestiers à récupérer et des volumes correspondants ;
- planification des infrastructures (construction de chemins, traversées de cours d'eau, ponts de glace, campements, etc.) pour la récupération des peuplements ;
- évaluation des ressources nécessaires (effectifs, etc.) pour la récupération des peuplements sélectionnés, la construction de chemins et le transport du bois, selon la méthode de récolte. Les estimations de productivité reposent sur des données fournies par l'industrie forestière et ajustées aux conditions locales (volume de bois par tige, topographie, construction et entretien des chemins, distances de transport, etc.) ;
- examen de la faisabilité économique en vue de réduire le déficit d'exploitation, en parallèle avec la faisabilité technique des opérations.

M24.2.4 Déboisement par les agents naturels et débris ligneux

L'analyse sommaire du déboisement par les agents naturels repose sur les éléments suivants :

- données de l'inventaire forestier ;
- volumes laissés sur place après les travaux de récupération ;
- cotes maximales d'ennoiement et cotes de marnage de chaque réservoir ;
- superficies et volumes de bois touchés par la mise en eau ou éventuellement soumis à l'action des glaces en fonction des fluctuations de niveau des réservoirs.

L'analyse comprend les étapes suivantes :

- évaluation des quantités de biomasse vivante et morte (tiges brûlées, renversées ou cassées à la suite de perturbations partielles ou totales récentes par le feu et le chablis) dans les aires d'ennoiement des réservoirs et dans les zones de couronne ;
- estimation des quantités de débris susceptibles de flotter à court terme, par suite uniquement de la mise en eau des réservoirs ;
- estimation des quantités de débris susceptibles de flotter à moyen et à long terme, en raison de l'action des glaces sur la partie émergée des troncs laissés sur pied dans la zone de couronne des réservoirs.

M24.2.5 Perte de possibilité forestière et d'infrastructures forestières

La possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu correspond au volume maximal de bois qu'on peut prélever à perpétuité dans une unité d'aménagement donnée sans diminuer la capacité productive du milieu forestier (L.R.Q., c. F-4.1). Le calcul de possibilité forestière n'ayant jamais été fait pour la zone visée par le projet de la Romaine, la perte de possibilité a été évaluée au moyen de la méthode du rendement forestier.

On a utilisé le rendement annuel moyen, établi d'après celui des territoires voisins, ainsi que la superficie productive et accessible touchée par le projet pour évaluer sommairement la perte de possibilité forestière causée par la création des réservoirs. Selon cette méthode :

$$PAC = RAM \times SFPA$$ Équation M24-1

où :

- PAC : possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu (m^3/an) ;
- RAM : rendement annuel moyen (m^3/ha/an) ;
- $SFPA$: superficie forestière productive accessible (ha).

On entend par infrastructures forestières les routes, ponts et autres aménagements (plantations d'arbres, améliorations sylvicoles, etc.) qui pourraient être touchés ou perdus par suite de la réalisation du complexe de la Romaine.

M24.3 Références

Consultants forestiers DGR. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine. Études forestières. Portrait forestier.* Québec, Consultants forestiers DGR. 25 p.

M25 Communautés innues

- Objectifs
- Méthodes
- Références

M25.1 Objectifs

L'objectif de l'étude sur les communautés innues est d'apporter de l'information sur les aspects suivants :

- caractéristiques socioéconomiques et profil de la main-d'œuvre des communautés d'Ekuanitshit, de Nutashkuan et d'Unaman-shipu ;
- utilisation de la zone d'étude par les populations d'Ekuanitshit et de Nutashkuan ;
- activités d'exploitation du saumon atlantique dans la Romaine par la communauté d'Ekuanitshit.

L'étude a aussi pour but de renseigner sur le savoir écologique traditionnel des Innus en lien avec les composantes physiques et biologiques de l'étude d'impact.

Ces données servent, dans un premier temps, à décrire les conditions actuelles et, dans un deuxième temps, à évaluer les impacts du projet et à proposer des mesures d'atténuation appropriées.

Plus précisément, cette étude vise à :

- brosser un portrait des communautés en ce qui a trait aux éléments suivants :
  - démographie ;
  - santé et aspects sociaux ;
  - relations communautaires ;
  - logement et équipements communautaires ;
  - organisation institutionnelle et gouvernance ;
  - éducation et formation professionnelle ;
  - main-d'œuvre et activité économique ;
- renseigner sur l'utilisation du la zone d'étude par les Innus en ce qui concerne la pratique d'activités comme la chasse, le piégeage ou la pêche ainsi que les aspects culturel ou spirituel ;
- proposer des projets de développement dans les communautés ;
- décrire les différentes perceptions, attentes et préoccupations des Innus envers le projet du complexe de la Romaine ;
- recueillir l'ensemble des connaissances liées aux ressources naturelles auprès des membres des communautés.

M25.2 Méthodes

Différentes méthodes ont été utilisées pour la collecte des données :

- recherche documentaire ;
- entrevues individuelles ;
- entrevues de groupe ;
- sondage par questionnaire.

M25.2.1 Recherche documentaire

En vue de décrire le portrait socioéconomique des communautés, leur utilisation de la zone d'étude, le contexte historique du développement des communautés innues et le savoir écologique traditionnel des Innus, on a consulté les sources documentaires suivantes :

- statistiques et rapports d'activités ou d'analyse provenant des communautés ou des organisations régionales Mamu Pakatatau Mamit et Mamit Innuat ;
- données démographiques du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC) et de Statistique Canada ;
- étude longitudinale sur la santé des Premières Nations et recherches pertinentes (rapports, thèses et autres monographies) sur la situation actuelle de la société innue et sur son évolution ;
- enquêtes du Conseil Atikamekw-Montagnais (CAM) entreprises au tournant des années 1980 sur l'étendue du territoire occupé, utilisé et nommé par les membres de chacune des bandes depuis 1900 ou 1920 ;
- rapports d'étude récents d'Hydro-Québec relatifs à d'autres projets d'aménagements hydroélectriques et étude d'impact du projet minier de Voisey's Bay au Labrador ;
- sites Web traitant de la situation autochtone au Canada et au Québec : MAINC, Secrétariat aux affaires autochtones, Statistique Canada, conseil tribal Mamuitun, Institut culturel et éducatif montagnais (ICEM), Société de communication Atikamekw-Montagnais (SOCAM).

La section regroupe l'ensemble des documents consultés.

M25.2.2 Entrevues individuelles

M25.2.2.1 Portrait socioéconomique

Afin de tracer le portrait socioéconomique et le profil de la main-d'œuvre des communautés d'Ekuanitshit, de Nutashkuan et d'Unaman-shipu, on a mené en février et en mars 2007 des entretiens individuels semi-dirigés auprès des gestionnaires et des intervenants qui administrent les services à la population et les entreprises communautaires.

Avant la tenue des entretiens, le groupe de travail conjoint formé par la Corporation Nishipiminan et Hydro-Québec de même que le comité conjoint formé de représentants de Nutashkuan et d'Hydro-Québec ont validé les grilles d'entrevue. Les thèmes abordés touchaient l'organisation des services à la population, les activités des entreprises, les conditions socioéconomiques actuelles ainsi que leur évolution au cours des 25 dernières années. Les perceptions, préoccupations et attentes des intervenants envers le projet du complexe de la Romaine ont aussi été discutées, ainsi que les mesures proposées pour maximiser les retombées positives du projet et atténuer les impacts négatifs.

Les données recueillies ont été validées dans les trois communautés concernées en juillet et en août 2007.

Chaque participant aux entrevues devait au préalable signer un formulaire de consentement.

La liste des personnes rencontrées dans chacune des communautés est présentée à la section M25.2.5.

Les guides d'entrevue utilisés sont présentés à la section M25.2.6.

M25.2.2.2 Utilisation du territoire

Pour caractériser l'utilisation de la zone d'étude par les Innus d'Ekuanitshit et de Nutashkuan, on a réalisé des entretiens individuels auprès des membres de la communauté qui pratiquent *Innu Aitun* sur le territoire – et en particulier dans la zone d'étude – avec le plus d'assiduité de même qu'auprès d'aînés qui ont fréquenté la zone d'étude. La plupart des entrevues ont été réalisées en langue innue avec l'aide d'un interprète.

Le groupe de travail conjoint formé par la Corporation Nishipiminan et Hydro-Québec de même que le comité conjoint formé de représentants de Nutashkuan et d'Hydro-Québec ont validé les grilles d'entrevue avant les entretiens. Les principaux thèmes abordés au cours de ces entrevues ont été les suivants :

- règles donnant accès au territoire et à ses ressources ;
- espaces utilisés et activités pratiquées ;
- exploitation des ressources ;
- projets envisagés ;
- préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine.

L'information cartographique a été reportée sur des cartes à l'échelle de 1 : 50 000 ou de 1 : 60 000. Au besoin, on a utilisé des cartes à l'échelle de 1 : 20 000 (pour la côte) ou à l'échelle de 1 : 250 000 (pour les lacs de tête de la Romaine).

Avant chaque entrevue, les informateurs étaient invités à signer un formulaire de consentement.

Par ailleurs, des rencontres avec des gestionnaires du Conseil des Innus de Ekuanitshit et de celui de Nutashkuan ont permis de mieux cerner leur appui à la pratique d'*Innu Aitun* sur le territoire de même que leur rôle dans le développement des pourvoiries appartenant aux conseils de bande.

Une validation des données recueillies a été effectuée auprès des informateurs innus lors de séjours à Ekuanitshit et à Nutashkuan, de mai à août 2007, pendant lesquels étaient organisés des ateliers et des survols.

La liste des personnes rencontrées dans chacune des communautés est présentée à la section M25.2.5.

Les guides d'entrevues utilisés sont présentés à la section M25.2.6.

M25.2.2.3 Exploitation du saumon atlantique

Afin de décrire plus précisément l'exploitation du saumon par les Innus d'Ekuanitshit, on a effectué quatre entrevues individuelles auprès de pêcheurs innus expérimentés qui fréquentent régulièrement la Romaine et ses tributaires, notamment la Puyjalon. Ils ont été choisis en fonction de leurs connaissances et de leur expérience de pêche dans la Romaine. Au besoin, les entrevues ont été faites en langue innue avec l'aide d'un interprète.

Préalablement aux entretiens, une grille d'entrevue a été validée par le groupe de travail conjoint formé par la Corporation Nishipiminan et Hydro-Québec. Les sujets abordés ont été les suivants :

- pratique de la pêche en général ;
- aires d'exploitation et sites d'occupation ;
- voies d'accès ;
- techniques utilisées ;
- conditions de capture et cycle saisonnier ;
- importance économique de la ressource ;
- activités sociales et culturelles liées au saumon ;
- utilisation historique du territoire ;
- relations avec les non-autochtones
- préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine.

Avant chaque entrevue, les informateurs étaient invités à signer un formulaire de consentement.

En plus, une entrevue semi-dirigée a été menée avec un gestionnaire du Conseil des Innus de Ekuanitshit afin d'en savoir plus sur la gestion et l'encadrement de la pêche innue dans la Romaine en particulier.

Une validation des données recueillies a été effectuée auprès des informateurs lors de séjours à Ekuanitshit, en mai et en août 2007, pendant lesquels étaient organisés des ateliers et des survols.

La liste des personnes rencontrées dans chacune des communautés est présentée à la section M25.2.5.

Les guides d'entrevue utilisés dans la communauté d'Ekuanitshit sont présentés à la section M25.2.6.

M25.2.2.4 Savoir écologique traditionnel

En 2006 et en 2007, des entrevues se sont déroulées avec des membres des communautés d'Ekuanitshit (du 1er au 22 décembre 2006), de Nutashkuan et d'Unamanshipu (du 27 mars au 6 avril 2007). Lors de ces entrevues, on a employé deux guides d'entrevue : le premier afin de recueillir de l'information de nature toponymique, le second afin de recueillir des renseignements sur les thèmes suivants :

- fréquentation de la zone d'étude ;
- grande faune ;
- autres mammifères ;

- oiseaux ;
- poissons ;
- utilisation du territoire (chasse, pêche et piégeage) ;
- végétation ;
- modifications du territoire ;
- rivière Romaine proprement dite.

Les questionnaires ont ainsi permis de recueillir des données sur la répartition des ressources, sur la migration des espèces, sur les aires de mise bas, etc. On a également précisé des paramètres liés aux caractéristiques de la rivière, telles que le courant, la profondeur et les conditions de glace. Le questionnaire a été traduit en innu afin de s'assurer que le traitement en soit uniforme, étant donné la diversité des interprètes qui participaient à l'enquête.

La liste des personnes rencontrées dans chaque communauté est présentée à la section section M25.2.5.

Les guides d'entrevue utilisés sont présentés à la section M25.2.6.

M25.2.3 Entrevues de groupe

Les entrevues de groupe avaient comme objectif de renseigner à la fois sur les caractéristiques socioéconomiques des communautés et sur l'utilisation qu'elles font de la zone d'étude.

On a mené deux séries d'entrevues de groupe dans les communautés. Dans un premier temps, des entretiens collectifs ont eu lieu avec des hommes, des femmes, des jeunes de moins de 30 ans, des aînés et des travailleurs précaires ou saisonniers des communautés d'Ekuanitshit, de Nutashkuan et d'Unaman-shipu. Les sujets discutés étaient d'ordre socioéconomique ou touchaient l'utilisation du territoire en général. On a aussi évoqué les attentes et les préoccupations des Innus à l'égard du projet du complexe de la Romaine ainsi que les mesures proposées pour maximiser les retombées positives du projet et en atténuer les impacts négatifs.

Dans un deuxième temps, on a réalisé une entrevue de groupe avec sept aînés de la communauté d'Ekuanitshit sur le thème particulier de l'exploitation du saumon de la Romaine. Le choix des participants a été effectué sur la base de l'importance de leur expérience de fréquentation de la Romaine et de ses tributaires pour la pêche du saumon. On a formé le groupe en prenant soin d'y inclure des aînées, afin de tenir compte de leurs points de vue particuliers. L'entrevue a été faite en langue innue avec l'aide d'un interprète. Les sujets abordés ont été les suivants :

- pratique de la pêche en général ;
- aires d'exploitation et sites d'occupation ;

- voies d'accès ;
- techniques utilisées ;
- conditions de capture et cycle saisonnier ;
- importance économique de la ressource ;
- activités sociales et culturelles liées au saumon ;
- utilisation historique ;
- relations avec les non-autochtones ;
- préoccupations à l'égard du projet du complexe de la Romaine.

Avant les entrevues, les grilles d'entrevue ont été validées par le groupe de travail conjoint formé par la Corporation Nishipiminan et Hydro-Québec de même que par les membres du comité conjoint formé de représentants de Nutashkuan et d'Hydro-Québec.

De même, les informateurs étaient invités à signer un formulaire de consentement avant chacune des entrevues.

Une validation des données recueillies a été réalisée auprès des informateurs d'Ekuanitshit et de Nutashkuan de mai à août 2007, au moment où étaient organisés des ateliers et des survols.

La liste des personnes rencontrées dans chacune des communautés est présentée à la section M25.2.5.

Les guides d'entrevue utilisés sont présentés à la section M25.2.6.

M25.2.4 Sondage par questionnaire

Un sondage par questionnaire a été effectué auprès des membres des communautés d'Ekuanitshit, de Nutashkuan et d'Unaman-shipu.

Les répondants ont été choisis selon un échantillonnage aléatoire stratifié. La population âgée de 18 ans et plus de chaque communauté a été divisée en sous-groupes (selon le groupe d'âge et le sexe), et chacun de ces sous-groupe a fourni un échantillon. On a pu cerner la population de 18 ans et plus à partir de la liste de bande fournie par chacune des communautés. La marge d'erreur ne dépasse pas 10 unités de pourcentage (calcul effectué avec la loi de Bernoulli), ce qui est acceptable en sciences sociales.

Un prétest a été effectué auprès de trois Innus en décembre 2006. Le sondage a été mené entre janvier et avril 2007 par des enquêteurs innus spécialement formés pour cette tâche. Les répondants ont été interrogés à leur domicile. Avant le début des entretiens, les enquêteurs ont remis et fait signer un formulaire de consentement à chaque répondant.

Un total de 237 Innus ont participé au sondage :

- 76 à Ekuanitshit (sur une population de 314 personnes de 18 ans et plus) ;
- 77 à Nutashkuan (524 personnes) ;
- 84 à Unaman-shipu (636 personnes).

Les tableaux M25-1 à M25-3 donnent le portrait sommaire des répondants.

Tableau M25-1 : Répartition des répondants au sondage par questionnaire

Communauté	Population de 18 ans et plus	Nombre de répondants	Proportion (%)	Période d'enquête
Ekuanitshit	314	76	24,2	Février-mars 2007
Nutashkuan	524	77	14,7	Février-avril 2007
Unaman-shipu	636	84	13,2	Janvier-mars 2007
Total	1 474	237	16,1	—

Tableau M25-2 : Sexe des répondants au sondage par questionnaire

Sexe	Ekuanitshit	Nutashkuan	Unaman-shipu
Hommes	33	43	43
Femmes	43	34	41
Total	76	77	84

Tableau M25-3 : Âge des répondants au sondage par questionnaire

Tranche d'âge	Ekuanitshit	Nutashkuan	Unaman-shipu
18-29 ans	25	26	25
30-44 ans	27	32	31
45-65 ans	16	12	20
65 ans et plus	7	7	7
Aucune réponse	1	0	1
Total	76	77	84

Le questionnaire est présenté à la section M25.2.6. Il comprenait une cinquantaine de questions portant sur les sujets suivants :

- profil du répondant ;
- conditions de vie et enjeux sociaux ;
- utilisation du territoire ;
- impacts prévus du projet du complexe de la Romaine.

M25.2.5 Personnes rencontrées dans les communautés

Les tableaux M25-4 à M25-6 donne la liste des personnes rencontrées dans chacune des communautés consultées. Pour des raisons de confidentialité, le nom de ces personnes n'est pas divulgué.

Tableau M25-4 : Personnes consultées dans la communauté d'Ekuanitshit

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets ou activités
Gestionnaire – pourvoirie	1	15 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – condition féminine	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – sécurité publique	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Direction générale	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – santé	1	17 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – développement socio-économique	1	17 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – habitation	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – membership	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – finances	1	19 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – éducation	1	19 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – bureau politique	1	19 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – services sociaux	1	22 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Conseiller administratif – pêches commerciales et développement économique	1	29 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – services techniques	1	23 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – foresterie	1	23 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Utilisateur du territoire expérimenté	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	19 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	2	22 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire

Tableau M25-4 : Personnes consultées dans la communauté d'Ekuanitshit (***suite***)

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets ou activités
Utilisateur du territoire expérimenté	1	24 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateurs du territoire expérimenté	2	25 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	12 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	2	12 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	2	12 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Gestionnaire – pourvoirie	1	13 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	13 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	13 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	14 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	14 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	2	14 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	15 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1 (femme)	15 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	15 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	19 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	10 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Pêcheur expérimenté	1	20 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Exploitation du saumon
Pêcheur expérimenté	1	20 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Exploitation du saumon
Pêcheur expérimenté	1	20 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Exploitation du saumon
Pêcheur expérimenté	1	21février 2007	Individuelle semi-dirigée	Exploitation du saumon
Gestionnaire – pêche au saumon	1	23 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Exploitation du saumon
Gestionnaire – territoire	1	17 août 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Homme aîné	6	24 et 25 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main d'œuvre Utilisation du territoire

Tableau M25-4 : Personnes consultées dans la communauté d'Ekuanitshit (***suite***)

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets ou activités
Femme aînée	6	25 et 26 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Homme	3	22 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Travailleur saisonnier	6	26 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Femme	5	27 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Jeune	6	28 janvier 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Utilisateurs du territoire expérimenté	4	9 avril 2007	Groupe avec traducteur	Utilisation du territoire
Pêcheur aîné	7	22 février 2007	Groupe avec traducteur	Exploitation du saumon

Tableau M25-5 : Personnes consultées dans la communauté de Nutashkuan

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets/activités
Gestionnaire – main-d'œuvre	1	13 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Grand chef	1	14 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – foresterie	1	14 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – négociation	1	15 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Coordonnateur général	1	15 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – santé	1	16 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – immobilisation (2006)	1	19 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – services sociaux	1	20 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socio-économique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – société de développement économique	1	21 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – habitation	1	21 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – éducation	1	21 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – services techniques	1	22 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – pêches commerciales	1	22 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Utilisateur du territoire expérimenté	1	21 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	21 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	22 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	22 février 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	11 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	11 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	12 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	12 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire

Tableau M25-5 : Personnes consultées dans la communauté de Nutashkuan (***suite***)

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets/activités
Utilisateur du territoire expérimenté	1	12 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	13 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Utilisateur du territoire expérimenté	1	13 avril 2007	Individuelle semi-dirigée	Utilisation du territoire
Aîné	7	16 mars 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Homme	6	19 mars 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Femme	6	20 mars 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Jeune	4	21 mars 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Travailleur précaire	6	22 mars 2007	Groupe avec traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre

Tableau M25-6 : Personnes consultées dans la communauté d'Unaman-shipu

Fonction	Nombre de personnes	Date	Type d'entrevue	Sujets/activités
Gestionnaire – habitation	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique– profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – finance	1	16 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – santé	1	17 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – pourvoirie	1	17 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – éducation	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – loisir	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Coordonnateur – activités de piégeage	1	18 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – développement économique	1	22 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – ressources humaines, pêches commerciales et de sécurité régionale	1	23 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Conseiller à l'emploi et à la formation	1 (femme)	25 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Gestionnaire – service social Mamit Innuat	1	25 janvier 2007	Individuelle semi-dirigée	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Jeune	6	19 janvier 2007	Groupe avec un traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Femme	6	20 janvier 2007	Groupe avec un traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Aîné	7	22 janvier 2007	Groupe avec un traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Homme	5	23 janvier 2007	Groupe avec un traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre
Travailleur précaire ou saisonnier	5	24 janvier 2007	Groupe avec un traducteur	Portrait socioéconomique et profil de la main-d'œuvre

M25.2.6 Guides d'entrevue et questionnaires

M25.2.6.1 Gestionnaires innus

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE AVEC LES GESTIONNAIRES INNUS

Date et lieu : _____

Heure (début / fin) : _____

Participants : _____

_____

1 Présentation, contexte et objectifs de l'étude

- Identification du mandataire de l'étude.
- Description sommaire du projet (identifier ce que les informateurs connaissent du projet).
- Objectifs :
  - Établir le portrait actuel de la communauté et caractériser les changements survenus depuis les années 1980.
  - Identifier les enjeux économiques, sociaux et culturels de la communauté.
  - Cerner les préoccupations et les attentes des Innus envers le projet de La Romaine.

2 Thèmes abordés

2.1 Description de chacun des services (Membership; Développement social, emploi et formation de la main-d'œuvre; Éducation; Développement économique; Aménagement communautaire, logements et infrastructures; Santé et services sociaux; Sécurité publique)

Aide-mémoire des sujets à aborder pour chacun des services

Membership : portrait de la migration inter-bande, fiabilité de la liste de membres.

Développement social, emploi et formation de la main-d'œuvre : capacité des services à répondre aux besoins, % des membres à l'aide sociale (individus et familles), profil et qualifications de la main-d'œuvre (voir le logiciel SSAMTA) et qualifications des membres, mesures d'employabilité et d'intégration au marché du travail, dépendance et emploi saisonnier (possibilités d'emplois limitées).

Éducation : obtenir la liste de fréquentation scolaire et de diplomation des 5 dernières années (primaire, secondaire et éducation des adultes), état des infrastructures et capacité d'accueil de la clientèle étudiante, projet ou programme offerts dans les établissements sur réserve, projet ou programme étude / territoire, place de la langue dans l'enseignement, % du corps professoral innu, rétention et retour des diplômés dans la communauté, identification des besoins des services et de la population.

Développement économique : secteurs d'activités économiques (cueillette et nom des acheteurs, pêche commerciale, forêt, mines, services), liens avec l'économie régionale, projets de développement économique (notamment le potentiel de développement en territoire), accès à la main-d'œuvre qualifiée.

1

Aménagement communautaire, logements et infrastructures : nombre de logements sur la réserve et état des habitations, besoins de la population (liste en entente d'un logement), fournisseurs présents dans la communauté et embauche autochtone (entente entre le conseil et les entrepreneurs), équipements communautaires en place, chantiers et projets en cours ou à venir.

Santé et services sociaux : infrastructures et services disponibles (capacité actuelle à répondre aux besoins de la population), personnel en place, problématiques de santé, monoparentalité et situation des familles, consommation de drogues et d'alcool, MTS, dépendance au jeu, identification des besoins des services et de la population.

Sécurité publique : statistiques sur les interventions policières, problématique de consommation et de violence (liens avec l'afflux d'argent dans la communauté), sécurité routière sur la 138.

Service des finances : programme de financement dans la communauté, situation financière de la communauté, investissements majeurs réalisés dans les dernières années. Investissements majeurs projetés pour les prochaines années.

Bureau politique : impact du projet Romaine sur les négociations territoriales (dans quelle mesure), portrait des négociations territoriales depuis 2004 (comment se déroulent les démarches, où en sont les choses, éléments qui sont venus ou qui viennent ralentir le processus), effet sur le projet advenant un règlement de la question territoriale, Advenant une autonomie gouvernementale, quelle forme prendrait le gouvernement innu? (gouvernement central ou encore local), Système de fiscalité innu? (Quelle forme prendrait-il?), principales priorités d'un gouvernement innu au niveau du développement économique, principales priorités d'un gouvernement innu au niveau du développement social et culturel.

Question 1 Décrivez-nous les services pour lesquels vous travaillez.

- Mandat et services offerts

- Personnel à l'emploi des services (nombre, stabilité, qualifications, allochtone / autochtone, principales fonctions)

- Dossiers et projets en cours

- Besoins de la population et capacité des services d'y répondre

- Collaboration et relations avec les autres services du conseil de bande

- Documents disponibles et pertinents aux fins de l'étude

2.2 Portrait de la communauté (l'informateur est ici sollicité comme un observateur privilégié de sa communauté)

Question 2 Selon vous, quelles sont les principales forces de la communauté (exemples : jeunesse de la population, sentiment d'appartenance, solidarités familiales et communautaires, liens avec le territoire, etc.)?

Question 3 Selon vous, quelles sont les principales difficultés de votre communauté (exemples : consommation d'alcool et de drogues, décrochage scolaire, sous-emploi et pauvreté, violence familiale, criminalité, suicide, problèmes de santé physique et mentale, etc.)?

Question 4 Selon vous, qu'est-ce qui a changé dans votre communauté depuis le début des années 1980 (dans les familles, dans la communauté, en territoire)?

Question 5 Au meilleur de vos connaissances, pouvez-vous décrire …

- L'évolution du membership, le déplacement des membres à l'extérieur de la communauté et vers les autres bandes, l'arrivée de nouveaux membres dans la communauté.

- La situation des familles et des ménages (leur composition, la natalité et les grossesses juvéniles, les relations de couple et la monoparentalité, les ménages multi-familiaux et multigénérationnels).

- La situation de l'éducation dans la communauté (décrochage scolaire, qualité des services d'éducation dans la communauté, accès à la formation à l'extérieur de la communauté).

- La situation économique dans la communauté (revenus, emplois disponibles à l'intérieur et à l'extérieur de la communauté, qualifications de la main-d'œuvre, projets de développement économique).

- L'état des logements et des équipements communautaires (loisirs ou de services) et les besoins de la population à cet égard.

- La qualité des services à la population (santé, services sociaux, sécurité publique) et les besoins de la population à cet égard.

- L'état des relations communautaires :
  - au sein des familles
  - entre les hommes et les femmes
  - entre les générations
  - entre la population et les pouvoirs publics
  - entre les communautés innues

- avec les communautés allochtones.

- Les enjeux auxquels sont confrontés
  - les jeunes
  - les femmes
  - les aînés.

- L'importance du territoire dans le mode de vie des Innus (apport économique, transmission des connaissances traditionnelles, valeurs, rôles sociaux, identité).

- Les aspirations des Innus et les perspectives d'avenir.

2.3 Perceptions, préoccupations et attentes des intervenants envers le projet de La Romaine

Question 6 Que connaissez-vous du projet de La Romaine et d'où provient cette information?

Question 7 Selon vous, est-ce que le projet de La Romaine peut avoir des impacts sur la qualité de vie de la population innue? Si oui, quels seront les impacts positifs ou négatifs (exemples : emplois, contrats, conditions démographiques et socio-économiques, cohésion sociale et relations intra et inter-communautaires, livraison des services à la population, environnement et accès au territoire, identité et culture, etc.)?

Question 8 Selon vous, quelles sont les attentes de la population envers les retombées (attention spéciale aux emplois disponibles) du projet? (spécifier pour les jeunes, les femmes, les aînés ou autre groupe social)

Question 9 Selon vous, quelles sont les préoccupations de la population envers les projets? (spécifier pour les jeunes, les femmes, les aînés ou autre groupe social)

2.4 Mesures proposées pour maximiser les retombées positives du projet et pour atténuer les impacts négatifs.

Question 10 Compte tenu de ce que nous venons de dire sur la communauté et le projet de la Romaine, quelles seraient les mesures qu'Hydro-Québec ou le conseil de bande pourrait mettre en œuvre pour maximiser les retombées positives ou atténuer les impacts négatifs (retombées économiques, impacts sociaux, utilisation du territoire)?

Question 11 Selon vous, quelles seraient les mesures les plus importantes et les groupes sociaux à privilégier?

Question 12 Selon vous, comment ces mesures devraient être mise en œuvre en favorisant la participation des Innus?

3 Identification avec les intervenants des études et des documents pertinents

Fin de l'entrevue

Merci

M25.2.6.2 Utilisateurs d'Ekuanitshit

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE DES UTILISATEURS DU TERRITOIRE - EKUANITSHIT

Identification de l'utilisateur principal

- Nom :
- Âge :
- Occupation : participation à des projets ou à des activités communautaires
- Nombre de personnes à charge

Utilisation du territoire

L'information recherchée se réfère aux 5 dernières années. Les changements survenus dans l'utilisation du territoire au cours des 20 années précédentes sont abordés à la fin de l'entrevue.

Règles donnant accès au territoire et à ses ressources

La gestion du territoire et les formes de partage du territoire — individuelle, familiale, par groupe de chasse, communautaire — sont documentés dans un premier temps auprès du responsable du dossier au Conseil de bande.

- Comment le territoire est-il « partagé » entre les membres de la communauté?
  (i.e. n'importe qui peut-il aller n'importe où?)
- Le territoire se transmet-il d'une génération à l'autre?
- Certaines familles sont-elles identifiées à certains territoires?
- D'autres individus peuvent-ils aller sur le territoire?
- Y a-t-il des conflits en lien avec l'accès au territoire? Quels types de conflits? Comment règle-t-on les problèmes?

Identification du ou des territoire(s) utilisé(s)

S'il n'y a pas d'utilisation, expliquer pourquoi.

- Localisation géographique
- Toponyme (Français et Innu avec traduction au français)

Identification des autres utilisateurs

Ceux et celles qui accompagnent l'utilisateur ou qui fréquentent ce(s) territoire(s) (***pour chaque séjour***).

- Nom
- Âge
- Lien avec l'informateur

1

Fréquentation du territoire par ces autres utilisateurs

- Mois où a eu lieu le séjour
- Durée du séjour

Accès au territoire

- Identifier les trajets utilisés pour se rendre au territoire exploité
- Quelles voies de circulation sont utilisées
  (route, chemin de fer, cours d'eau, portage, voie aérienne)
- Avec quels moyens de transport?
  (automobile, camion, VTT, motoneige, canot, chaloupe à moteur, train, hydravion, marche)
- Quels sont les lieux de halte, de campement d'étape, de débarquement, les lieux d'amerrissage en hydravion?

Lieux de résidence et/ou de campement sur le territoire

- Localisation (Identifier avec la fiche toponymique et, s'il y a lieu, indiquez la distance et l'élévation par rapport à la rivière Romaine)
- Type d'habitation
  - Camps
  - Tentes (Nom innu — *shaputuan*, *mitishantshuap*, etc.)
  - Autres
- Fonction du campement (campement principal, campement secondaire)
- Durée du séjour dans le campement
- Personnes qui ont accès à ce campement
- Campements projetés
- Autres sites d'intérêt patrimonial ou culturel *(Identifier avec la fiche toponymique et, s'il y a lieu, indiquez la distance et l'élévation par rapport à la rivière Romaine*)
  - Sépulture, cimetières et sanctuaires
  - Lieux de rassemblements traditionnels
  - Autres sites de campement actifs (occupés ou non)
  - Anciens sites de campement (matukap)
  - Peintures ou gravures rupestres
  - Histoires spéciales ou légendes entourant un lieu, etc.

Aires d'exploitation des ressources

- Trajets parcourus (avec une attention particulière pour ceux effectués près de la rivière Romaine)
- Voies de circulation empruntées
- Moyens de transport utilisés pour exploiter les ressources
- Lieux de halte
- Toponymie innue des lieux mentionnés

Activités d'exploitation et ressources exploitées

- Quels sont les animaux recherchés par l'utilisateur?
- Localisation des aires ou des sites de prélèvement
- Autres formes d'utilisation du territoire par l'utilisateur et ceux qui l'accompagnent (ressourcement, collecte de plantes, etc.)
- Finalités des activités pratiquées (économique, sociale, culturelle, récréative)
- L'importance qu'on accorde à ces activités (importance relative ; préférence personnelle et/ou culturelle)
- S'il y a lieu, quelle est l'utilisation des ressources exploitées?
- Quels produits sont destinés à sa famille, au partage avec d'autres familles, à la vente (fourrure)?

Facteurs conditionnant l'utilisation et la fréquentation du territoire

- Qu'est-ce qui vous amène à fréquenter votre territoire?
- Qu'est-ce qui peut vous empêcher de le fréquenter?
- Obtenez-vous de l'aide pour pouvoir fréquenter votre territoire?
- Si oui, par qui et selon quelles conditions?
- Si non, comment financez-vous vos voyages?

Projets futurs et/ou latents et/ou non réalisés sur le territoire visé

- Y a-t-il des projets de la communauté ou d'individus sur ce territoire?
- Quel est l'intérêt des utilisateurs de ce territoire face à ces projets?

Identification des changements survenus depuis 25 ans quant à l'utilisation du territoire

- Secteurs utilisés
- Fréquence d'utilisation
- Espèces exploitées

Relations avec les allochtones

Vous arrive-t-il de rencontrer des non-autochtones en territoire, ou encore de voir des marques de leur présence ou de leur passage? Localiser les lieux de rencontre.

- Hydro-Québec
- Pourvoiries
- Parc Canada
- MRNF
- Villégiature, chasse et pêche
- Coupe forestière
- Exploitation ou exploration minière

- Chercheurs (anthropologues, archéologues, biologistes, etc.)
- Touristes
- Autre

Comment se déroulent ces rencontres?

- Convivialité / respect
- Rivalité / conflit / compétition
- Identification des changements dus à la présence ou à l'exploitation des ressources par les allochtones.

Utilisation de la rivière Romaine

- Secteurs/tronçons utilisés
- Activités pratiquées
- Espèces exploitées
- Activités projetées

Circulation sur la rivière en embarcation

- Taille des embarcations et types de moteurs préférés
- Conditions minimales de navigation. Où et quand ces conditions sont-elles absentes?
- Localisation sur carte des obstacles ou des difficultés rencontrés selon les mois
    - Seuils
    - Rapides
    - Chutes
    - Hauts-fonds

Circulation sur les réservoirs en embarcation

- Quelles informations et, s'il y a lieu, quels aménagements faciliteraient vos conditions de navigation et d'accostage sur les nouveaux réservoirs?

Circulation sur la rivière en motoneige

- Conditions minimales de circulation. Où et quand ces conditions sont-elles absentes?
- Localisation sur carte des obstacles ou des difficultés rencontrés selon les mois

Circulation sur les réservoirs en motoneige

- Quelles informations et, s'il y a lieu, quels aménagements faciliteraient vos conditions de circulation sur les nouveaux réservoirs?

Identification des changements survenus sur la rivière depuis 25 ans

- Niveaux d'eau / débits
- Répartition des espèces fauniques
- Usages de la rivière

Perceptions culturelles de la rivière Romaine

- Qu'est-ce que la rivière Romaine apporte au territoire?
- Qu'est-ce que la rivière Romaine représente pour vous?

Préoccupations face au projet

- Quelles incidences auront les travaux réalisés dans le cadre du projet Romaine (études, travaux d'aménagement) sur vos activités?
- Une route sera construite en rive droite de la rivière Romaine (carte). Quel sera l'effet de la présence de cette route sur vos activités?
- Quatre réservoirs seront créés le long de la Romaine. Certains secteurs de la rivière qui n'étaient pas navigables le deviendront. (S'il y a lieu:) Quel sera l'effet de la présence de ces réservoirs sur vos activités?
- Est-ce que l'ouverture du territoire créée par cette route et ces quatre réservoirs navigables sera bénéfique ou non pour vous? Pour la communauté? Pourquoi?
- Préoccupations de l'utilisateur concernant les incidences des travaux projetés, de la présence des nouvelles voies de circulation, et de l'ouverture du territoire.
- Est-ce que les revenus élevés des travailleurs innus pourraient favoriser, une fois le projet terminé, une utilisation du territoire plus étendue? Si oui, dans quelles conditions?
- Mesures proposées par l'utilisateur pour remédier aux incidences négatives éventuelles du projet

Changements dans l'utilisation du territoire depuis 1980

- Pourriez-vous nous parler des changements qui sont survenus dans l'utilisation de votre territoire familial depuis 1980? De manière générale : les secteurs exploités, les animaux privilégiés, la qualité de la récolte, les contraintes, etc.
- Pourriez-vous nous parler des changements qui sont survenus dans l'utilisation de l'ensemble du territoire de la communauté depuis 1980?
- Est-ce que la quantité de viande de bois ramenée dans la communauté a diminué ou augmenté depuis 1980? Est-ce que les modalités de partage de cette nourriture ont changé?
- À quoi sont dus ces changements d'après vous?

Entrevue auprès du responsable de la gestion du territoire

La gestion du territoire et les formes de partage du territoire — individuelle, familiale, par groupe de chasse, communautaire.

- Comment le territoire est-il « partagé » entre les membres de la communauté? (i.e. n'importe qui peut-il aller n'importe où?)
- Le territoire se transmet-il d'une génération à l'autre?
- Certaines familles sont-elles identifiées à certains territoires?
- D'autres individus peuvent-ils aller sur le territoire?
- Qu'advient-il en cas de conflit? Comment règle-t-on les problèmes?
- Est-ce qu'il existe un programme d'aide pour faciliter l'utilisation du territoire?
- Si oui, à quelles conditions a-t-on accès à ce programme? Depuis combien de temps ce programme existe-t-il ou sous quelles formes ce programme a-t-il évolué?
- L'accès à la bande côtière est-il libre pour tout le monde ou existe-t-il des secteurs associés à des familles? Depuis quand?
- Qu'advient-il en cas de conflit sur l'accès à la bande côtière? Comment règle-t-on les problèmes?

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET

GRILLE D'ENTREVUE DES UTILISATEURS DE LA BANDE CÔTIÈRE - EKUANITSHIT

Identification de l'utilisateur principal

- Nom
- Âge
- Occupation ; participation à des projets ou à des activités communautaires
- Nombre de personnes à charge

Accès aux ressources dans la bande côtière

L'information recherchée se réfère aux 5 dernières années. Les changements survenus dans l'utilisation de la bande côtière au cours des 20 années précédentes sont abordés à la fin de l'entrevue.

- L'accès à la bande côtière est-il libre pour tout le monde ou existe-t-il des secteurs associés à des familles? Depuis quand?
- Qu'advient-il en cas de conflit sur l'accès à la bande côtière? Comment règle-t-on les problèmes?

Identification des campements sur la bande côtière

- Localisation géographique de chaque campement et identification du type de campement (nom innu)
- Toponyme du lieu de campement (Français et Innu avec traduction au français)
- Campements projetés?
- Autres sites d'intérêt patrimonial ou culturel?
    - Sépulture, cimetières et sanctuaires
    - Lieux de rassemblements traditionnels
    - Autres sites de campement actifs (occupés ou non)
    - Anciens sites de campement (matukap)
    - Peintures ou gravures rupestres
    - Histoires spéciales ou légendes entourant un lieu, etc.

Identification des familles qui utilisent la bande côtière

Pour chaque campement, identification des utilisateurs

- Nom
- Âge
- Périodes de séjour
- Durée des séjours

Aires d'exploitation des ressources

- Voies de circulations empruntées pour se rendre à son campement côtier
- Moyens de transport utilisés pour exploiter les ressources
- Lieux de halte
- Toponymie innue des lieux mentionnés

Activités d'exploitation et ressources exploitées

- Quels sont les animaux recherchés par les utilisateurs?
- Localisation des aires ou des sites de prélèvement
- Autres formes d'utilisation du territoire par l'utilisateur et ceux qui l'accompagnent (ressourcement, collecte de plantes, etc.)
- Finalités des activités pratiquées (économique, sociale, culturelle, récréative)
- L'importance qu'on accorde à ces activités (importance relative ; préférence personnelle et/ou culturelle)
- S'il y a lieu, quelle est l'utilisation des ressources exploitées?
- Quels produits sont destinés à sa famille, au partage avec d'autres familles, à la vente (fourrure)?

Facteurs conditionnant l'utilisation et la fréquentation de la bande côtière

- Qu'est-ce qui vous amène à fréquenter la Côte?
- Qu'est-ce qui peut vous empêcher de la fréquenter?

Projets futurs et/ou latents et/ou non réalisés sur le territoire visé

- Y a-t-il des projets de la communauté ou d'individus sur la bande côtière?
- Quel est l'intérêt des utilisateurs de la bande côtière face à ces projets?

Identification des changements survenus depuis 25 ans quant à l'utilisation de la bande côtière

- Secteurs utilisés
- Fréquence d'utilisation
- Espèces exploitées
- Est-ce que la quantité de viande de bois récoltée sur la Côte et ramenée dans la communauté a diminué ou augmenté depuis 1980? Est-ce que les modalités de partage de cette nourriture a changé?
- À quoi sont dus ces changements d'après vous?

Relations avec les allochtones

Vous arrive-t-il de rencontrer des non-autochtones sur la bande côtière, ou encore de voir des marques de leur présence ou de leur passage? Localiser les lieux de rencontre.

- Hydro-Québec
- Pourvoiries
- Parc Canada
- MRNF
- Villégiature, chasse et pêche
- Coupe forestière
- Exploitation ou exploration minière
- Chercheurs (anthropologues, archéologues, biologistes, etc.)
- Touristes
- Autre

Comment se déroulent ces rencontres?

- Convivialité / respect
- Rivalité / conflit / compétition
- Identification des changements dus à la présence ou à l'exploitation des ressources par les allochtones.

Préoccupations face au projet

- Certains impacts du projet de centrales sur la rivière Romaine ont été identifiés. D'après vous, pourraient-ils avoir une incidence sur les activités que vous et les vôtres pratiquez dans la bande côtière?
- En particulier, est-ce que la présence d'un grand nombre de travailleurs au cours des travaux vous fait craindre une surexploitation des ressources côtières?
- Est-ce que les revenus élevés des travailleurs innus pourraient avoir une incidence sur la fréquentation de la bande côtière et l'exploitation de ses ressources?
- Mesures proposées par l'utilisateur pour remédier aux incidences négatives éventuelles du projet

M25.2.6.3 Utilisateurs de Nutashkuan

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE DES UTILISATEURS DU TERRITOIRE - NUTASHKUAN

Identification de l'utilisateur principal

- Nom :
- Âge :
- Occupation : participation à des projets ou à des activités communautaires
- Nombre de personnes à charge

Utilisation du territoire

L'information recherchée se réfère aux 5 dernières années. Les changements survenus dans l'utilisation du territoire au cours des 20 années précédentes sont abordés à la fin de l'entrevue.

Règles donnant accès au territoire et à ses ressources

La gestion du territoire et les formes de partage du territoire — individuelle, familiale, par groupe de chasse, communautaire — est documenté dans un premier temps auprès du responsable du dossier au Conseil de bande.

- Comment le territoire est-il « partagé » entre les membres de la communauté ?
  (i.e. n'importe qui peut-il aller n'importe où ?)
- Le territoire se transmet-il d'une génération à l'autre ?
- Certaines familles sont-elles identifiées à certains territoires ?
- D'autres individus peuvent-ils aller sur le territoire ?
- Qu'advient-il en cas de conflit ? Comment règle-t-on les problèmes ?

Identification du ou des territoire(s) utilisé(s)

S'il n'y a pas d'utilisation, expliquer pourquoi.

- Localisation géographique
- Toponyme (Français et Innu avec traduction au français)

Identification des autres utilisateurs

Ceux et celles qui accompagnent l'utilisateur ou qui fréquentent ce(s) territoire(s)
(***pour chaque séjour***).

- Nom
- Âge
- Lien avec l'informateur

1

Fréquentation du territoire

- Mois où a eu lieu le séjour
- Durée du séjour

Accès au territoire

- Identifier les trajets utilisés pour se rendre au territoire exploité
- Quelles **voies de circulation** sont utilisées
  (route, chemin de fer, cours d'eau, portage, voie aérienne)
- Avec quels **moyens de transport** ?
  (automobile, camion, VTT, motoneige, canot, chaloupe à moteur, train, hydravion, marche)
- Quels sont les **lieux de halte**, de campement d'étape, de débarquement, les lieux d'amerrissage en hydravion ?

Lieux de résidence et/ou de campement sur le territoire

- Localisation (Identifier avec la fiche toponymique)
- Type d'habitation
  - Camps
  - Tentes (Nom innu — *shaputuan*, *mitishantshuap*, etc.)
  - Autres
- Fonction du campement (campement principal, campement secondaire)
- Durée du séjour dans le campement
- Nombre de personnes présentes dans le campement
- Campements projetés
- Autres sites d'intérêt patrimonial ou culturel *(Identifier avec la fiche toponymique*)
  - Sépulture, cimetières et sanctuaires
  - Lieux de rassemblements traditionnels
  - Autres sites de campement actifs (occupés ou non)
  - Anciens sites de campement (matukap)
  - Peintures ou gravures rupestres
  - Histoires spéciales ou légendes entourant un lieu, etc.

Aires d'exploitation des ressources

- Trajets parcourus
- Voies de circulations empruntées
- Moyens de transport utilisés pour exploiter les ressources
- Lieux de halte
- Toponymie innue des lieux mentionnés

Activités d'exploitation et ressources exploitées

- Quels sont les animaux recherchés par l'utilisateur ?
- Localisation des aires ou des sites de prélèvement
- Autres formes d'utilisation du territoire par l'utilisateur et ceux qui l'accompagnent (ressourcement, collecte de plantes, etc.)
- Finalités des activités pratiquées (économique, sociale, culturelle, récréative)
- L'importance qu'on accorde à ces activités (importance relative ; préférence personnelle et/ou culturelle)
- S'il y a lieu, quelle est l'utilisation des ressources exploitées ?
- Quels produits sont destinés à sa famille, au partage avec d'autres familles, à la vente (fourrure) ?

Facteurs conditionnant l'utilisation et la fréquentation du territoire

- Qu'est-ce qui vous amène à fréquenter votre territoire ?
- Qu'est-ce qui peut vous empêcher de le fréquenter ?
- Obtenez-vous de l'aide pour pouvoir fréquenter votre territoire ?
- Si oui, par qui et selon quelles conditions ?
- Si non, comment financez-vous vos voyages ?

Projets futurs et/ou latents et/ou non réalisés sur le territoire visé

- Y a-t-il des projets de la communauté ou d'individus sur ce territoire ?
- Quel est l'intérêt des utilisateurs de ce territoire face à ces projets ?

Identification des changements survenus depuis 25 ans quant à l'utilisation du territoire

- Secteurs utilisés
- Fréquence d'utilisation
- Espèces exploitées

Relations avec les allochtones

Vous arrive-t-il de rencontrer des non-autochtones en territoire, ou encore de voir des marques de leur présence ou de leur passage ? Localiser les lieux de rencontre.

- Hydro-Québec
- Pourvoiries
- Parc Canada
- MRNF
- Villégiature, chasse et pêche
- Coupe forestière
- Exploitation ou exploration minière

- Chercheurs (anthropologues, archéologues, biologistes, etc.)
- Touristes
- Autre

Comment se déroulent ces rencontres ?

- Convivialité / respect
- Rivalité / conflit / compétition
- Identification des changements dus à la présence ou à l'exploitation des ressources par les allochtones.

Changements dans l'utilisation du territoire depuis 1980

- Pourriez-vous nous parler des changements qui sont survenus dans l'utilisation de votre territoire familial depuis 1980? De manière générale : les secteurs exploités, les animaux privilégiés, la qualité de la récolte, les contraintes, etc.
- Pourriez-vous nous parler des changements qui sont survenus dans l'utilisation du l'ensemble du territoire de la communauté depuis 1980?
- Est-ce que la quantité de viande de bois ramenée dans la communauté a diminué ou augmenté depuis 1980? Est-ce que les modalités de partage de cette nourriture a changé?
- À quoi sont dus ces changements d'après vous?

Entrevue auprès du responsable de la gestion du territoire

La gestion du territoire et les formes de partage du territoire — individuelle, familiale, par groupe de chasse, communautaire.

- Comment le territoire est-il « partagé » entre les membres de la communauté ? (i.e. n'importe qui peut-il aller n'importe où ?)
- Le territoire se transmet-il d'une génération à l'autre ?
- Certaines familles sont-elles identifiées à certains territoires ?
- D'autres individus peuvent-ils aller sur le territoire ?
- Qu'advient-il en cas de conflit ? Comment règle-t-on les problèmes ?
- Est-ce qu'il existe un programme d'aide pour faciliter l'utilisation du territoire?
- Si oui, à quelles conditions a-t-on accès à ce programme? Depuis combien de temps ce programme existe-t-il ou sous quelles formes ce programme a-t-il évolué?
- L'accès à la bande côtière est-il libre pour tout le monde ou existe-t-il des secteurs associés à des familles? Depuis quand?
- Qu'advient-il en cas de conflit sur l'accès à la bande côtière? Comment règle-t-on les problèmes ?

Utilisation historique du bassin de la rivière Romaine

Historiquement, quelle a été l'exploitation de la rivière Romaine par les Innus de Nutahkuan?

- Secteurs utilisés

- Activités pratiquées
- Espèces exploitées

Préoccupations face au projet

- Préoccupations de l'utilisateur concernant les incidences des travaux projetés, de la présence des nouvelles voies de circulation, et de l'ouverture du territoire.
  - Quelles incidences auront les travaux réalisés dans le cadre du projet Romaine (études, travaux d'aménagement) sur vos activités?
  - Une route sera construire en rive droite de la rivière Romaine (carte). Quel sera l'effet de la présence de cette route sur vos activités?
  - Est-ce que l'ouverture du territoire créée par la nouvelle route et les quatre réservoirs auront des conséquences sur la pratique d'innu Aitun dans la communauté de Nutahkuan? Pourquoi?
- Est-ce que les revenus élevés des travailleurs innus de Nutahkuan pourraient favoriser, une fois le projet terminé, une utilisation du territoire plus étendue ? Si oui, dans quelles conditions?
- Mesures proposées par l'utilisateur pour remédier aux incidences négatives éventuelles du projet?

M25.2.6.4 Pêcheurs expérimentés d'Ekuanitshit

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUES INDIVIDUELLES AVEC DES PÊCHEURS INNUS EXPÉRIMENTÉS

Utilisation du saumon par les Innus d'Ekuanitshit

Identification de l'informateur

- Nom :
- Âge :
- Occupation (emploi/sans emploi) :

La pratique de la pêche en général

- Nombre de journées de pêche par saison :
  - Dans la rivière Romaine :
  - Dans la rivière Puyjalon :
  - Autres tributaires :
- Depuis combien d'années pratiquez-vous la pêche du saumon dans ces rivières?
- Pratiquez-vous la pêche dans ces rivières seul ou avec d'autres personnes? (Réseau de parenté, amis…)

Les aires d'exploitation

(Localisation sur cartes topographiques 1 : 50 000)
(Identification des toponymes innus et/ou en langue française)

- Rivière Romaine :
  - Aire générale d'exploitation :
  - Secteur de l'embouchure :
  - Secteur de la chute de l'Église (pont de la ligne de chemin de fer) :
  - Secteur de la chute à Charlie :
  - Secteur amont de la chute à Charlie :
  - Autres secteurs d'exploitation :
- Rivière Puyjalon :
  - Confluent Puyjalon-Romaine :
  - Autres secteurs d'exploitation :
- Autres tributaires :

Les sites d'occupation

(Localisation sur cartes topographiques 1 : 50 000)
(Identification du type de site : site de campement (tente), installation permanente (abri, camp en bois)

- Rivière Romaine :
- Rivière Puyjalon :
- Autres tributaires :

1

Les voies d'accès aux sites d'exploitation

(Tracé des voies d'accès sur cartes topographiques 1 : 50 000)

- Rivière Romaine :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :
- Rivière Puyjalon :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :
- Autres tributaires :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :

Les techniques utilisées

- Types d'engins : Nom innus et description des techniques de pêche
  - Filet maillant :
  - Harpon traditionnel (nigog) :
  - Pêche à la ligne (mouche et autres) :
  - Autres techniques :
- Autre vocabulaire innu se rapportant à la pratique de la pêche

Les conditions de capture et le cycle saisonnier d'exploitation

- À quel moment de la saison pratiquez-vous vos activités de pêche dans la rivière Romaine?
- À quel moment de la saison pratiquez-vous vos activités de pêche dans la rivière Puyjalon et autres tributaires?
- Quelle est l'influence des conditions naturelles sur vos activités de pêche?
  - Montaison du saumon :
  - Débit des rivières et niveaux des eaux :
  - Marée :
  - Autres :
- Quelle est l'influence des conditions naturelles sur la navigation et l'accès aux secteurs d'exploitation?

Importance économique de la ressource saumon de la rivière Romaine et de ses tributaires

- Combien de saumon(s) avez-vous capturé au cours de la dernière saison de pêche?
  - Rivière Romaine :
  - Rivière Puyjalon :
  - Autres tributaires :
- Combien de saumon(s) avez-vous capturé au cours des dernières années (nombre par saison de pêche)?
  - Rivière Romaine :
  - Rivière Puyjalon :
  - Autres tributaires :

- Est-ce que la pêche du saumon dans ces rivières est importante pour vous au niveau économique?

Les activités sociales et les pratiques culturelles liées à l'exploitation, à la distribution et à la consommation du saumon de la rivière Romaine

- Est-ce que la pêche du saumon dans la rivière Romaine est pour vous une activité sociale, une occasion de passer du temps en famille ou entre amis?
- Est-ce que vous partagez vos captures de saumon? Avec qui?
- Comment préparez vous le saumon pour le consommer?
  - Quelles sont les différentes façons de préparer le saumon?
  - Est-ce qu'il vous arrive de fumer vos captures? Est-ce que vous les fumez directement sur les lieux de pêche?

L'utilisation historique

- Que savez-vous de l'utilisation ancienne de la rivière Romaine par les Innus pour la pêche du saumon?
- Que savez-vous de l'utilisation ancienne de la rivière Puyjalon pour la pêche du saumon?
- Utilisation ancienne d'autres tributaires?

Les relations avec les non-autochtones

- Est-ce qu'il vous arrive de rencontrer des non-autochtones lors de vos activités de pêche dans la rivière Romaine et ses tributaires? Comment sont vos relations?
  - Pêcheurs sportifs?
  - Agents de conservation de la faune provinciaux?
  - Autres?

Préoccupations par rapport au projet

- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur la pratique de la pêche du saumon?
  - Dans la rivière Romaine?
  - Dans la rivière Puyjalon et autres affluents?
- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur la ressource saumon de la rivière Romaine?

M25.2.6.5 Responsable de la pêche au Conseil des Innus de Ekuanitshit

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE INDIVIDUELLE AVEC UN RESPONSABLE DE LA PÊCHE INNUE DANS LA RIVIÈRE ROMAINE AU CONSEIL DES INNUS D'EKUANITSHIT

Utilisation du saumon par les Innus d'Ekuanitshit

Identification de l'informateur

- Nom :
- Âge :
- Position dans le Conseil des Innus d'Ekuanitshit :

Modalités d'appropriation de la rivière Romaine et de la ressource saumon

- Quelles sont les modalités d'encadrement émises par le Conseil des Innus de Ekuanitshit en ce qui concerne la pêche du saumon dans les rivières Romaine, Puyjalon et autres tributaires ?
  - Secteurs concernés
  - Techniques de pêche
  - Périodes de pêche
  - Quotas
  - Enregistrement des prises
  - Application de la réglementation

Importance de la récolte

- Quel est le volume de la récolte de saumon ? (Nombre de captures)
  - Données statistiques ? (Rivière Romaine, rivière Puyjalon et autres tributaires)
  - Estimation ? (Rivière Romaine, rivière Puyjalon et autres tributaires)

Relations avec les non-autochtones

  - Autorités provinciales et fédérales
  - Populations locale, régionale et extérieure

Perspective d'avenir et projets de développement de la ressource saumon

- Comment le Conseil des Innus de Ekuanitshit et la communauté envisagent l'avenir de l'exploitation du saumon de la rivière Romaine, Puyjalon et autres tributaires ?
- Existe-t-il des projets de développement ?
  - Pêche de subsistance
  - Développement économique, ex. Pourvoirie de pêche sportive du saumon

1

Préoccupations par rapport au projet de développement hydroélectrique de la rivière Romaine

- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur l'exploitation du saumon de la rivière Romaine, Puyjalon et autres tributaires par la communauté ?
- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur la ressource saumon ?

Documentation pertinente

- Pouvez-vous nous remettre de la documentation pertinente par rapport à la pêche innue du saumon dans les rivières Romaine, Puyjalon et autres tributaires ?

M25.2.6.6 Groupe d'Innus

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE DE GROUPE AVEC DES INNUS

Date et lieu : _____

Heure (début / fin) : _____

Participants : _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

1. Présentation, contexte et objectifs de l'étude

- Identification du mandataire de l'étude.
- Identification des participants innus.
- Description sommaire du projet.
- Objectifs :
  - Établir le portrait actuel de la communauté et caractériser les changements survenus depuis les années 1980.
  - Identifier les enjeux économiques, sociaux et culturels de la communauté.
  - Cerner les préoccupations et les attentes des Innus envers le projet de La Romaine, notamment les attentes envers les retombées en termes d'emplois.

2. Portrait et enjeux qui traversent la société innue

Question 1	Qui sont les Innus (mode de vie, valeurs, etc.)?
Question 2	Au meilleur de vos connaissances, quels sont les principaux changements survenus dans votre communauté au cours des 25 dernières années (dans les familles, dans la communauté et sur le territoire)? Selon vous, quelles sont les causes de ces changements?
Question 3	Aujourd'hui, quelles sont les forces et les difficultés de votre communauté?

1

Question 4	Diriez-vous que la qualité de vie est bonne dans la communauté? Avez-vous le sentiment qu'elle s'améliore ou se détériore depuis les dernières années? De quelle façon?
Question 5	Que pensez-vous de la forte croissance démographique dans votre communauté? Quels sont les impacts positifs et négatifs de cette croissance? (problème de logement, capacité d'accueil de nouveaux membres)
Question 6	Parlez-nous de la situation des familles de votre communauté (éducation des enfants, relations de couple et monoparentalité, grossesse juvénile, ménages multi-familiaux ou multi-générationnels).
Question 7	Parlez-nous de la situation des jeunes, des femmes et des aînés de votre communauté.
Question 8	Selon vous, qu'est-ce qui expliquent les difficultés scolaires et le décrochage scolaire des jeunes. Diriez-vous que cette situation va en s'améliorant? Qu'est-ce qui pourrait être fait pour améliorer la situation?
Question 9	Jugez-vous que la situation économique de votre communauté est bonne ou mauvaise (revenus des personnes et des familles, dépendance aux transferts gouvernementaux, emplois disponibles dans la communauté et à l'extérieur, projets de développement économique)?
Question 10	Selon vous, quelles sont les causes des différents malaises sociaux dans votre communauté? Y a-t-il des groupes sociaux plus touchés que d'autres? Les ressources disponibles dans la communauté sont-elles suffisantes? La situation va-t-elle en s'aggravant ou en s'améliorant? Qu'est-ce qui pourrait être fait pour améliorer la situation?
Question 11	Êtes-vous satisfaits des conditions de logement sur la réserve? Si non, dites-nous pourquoi et qu'est-ce qui pourrait être fait? (construction de nouveaux types d'habitation, accès à la propriété, etc.)
Question 12	Les infrastructures communautaires (loisirs ou de services) répondent-ils aux besoins de votre communauté? Si non, qu'est-ce qui pourrait être fait?
Question 13	Les services offerts sur la réserve (santé, services sociaux, éducation, sécurité publique) répondent-ils aux besoins de votre communauté? Si non, qu'est-ce qui pourrait être amélioré?
Question 14	Décrivez-nous les relations sociales dans votre communauté : entre les hommes et les femmes; entre les jeunes et les aînés; à l'intérieur des familles; entre les familles; entre la population et le conseil de bande; entre les communautés innues; entre votre communauté et les communautés allochtones.
Question 15	Diriez-vous que les membres de votre communauté sont plus ou moins solidaires qu'avant? Expliquez (partage, entraide).
Question 16	Quelle est l'importance du territoire pour votre communauté? (apport en fourrure et en viande de bois, mode de vie, sentiment d'appartenance, lieu de guérison, accès des jeunes au territoire et transmission des valeurs et des connaissances traditionnelles).

Question 17 Y a-t-il des choses qui vous empêchent de fréquenter davantage le territoire? Si oui, lesquels?

Question 18 Comment fait-on pour trouver un équilibre entre le travail et les activités en territoire (identifier les rapports au temps et à l'argent)?

Question 19 Pouvez-vous identifier les principaux défis pour l'avenir de votre communauté et des différents groupes qui la composent (les jeunes, les femmes, les aînés, les travailleurs)? (exemples : développement économique, création et accès à l'emplois, amélioration du niveau de scolarité et de la qualification de la main-d'oeuvre, apaisement des malaises sociaux, préservation du mode de vie traditionnel, protection du territoire et de l'environnement, etc.)

Question 20 Comment voyez-vous votre communauté dans dix ans?

3. Attentes et préoccupations des Innus envers le projet de La Romaine

Question 21 Que connaissez-vous du projet de La Romaine et d'où provient cette information?

Question 22 Avez-vous des questions concernant ce projet? (installations, emplois, territoire touché, localisation de la route, durée, etc.)

Question 23 Selon vous, quels seront les impacts positifs et négatifs de ce projet sur votre communauté (pour chacun des impacts anticipés, tenter de qualifier son importance ainsi que les groupes sociaux touchés : jeunes, femmes, aînés)?

Pour relancer la discussion, l'interviewer s'assurera de couvrir les thèmes suivants :

Incidences démographiques (pour Ekuanitshit et Nutahkuan)

- Capacité d'accueillir des travailleurs autochtones provenant d'autres communautés?

Incidences sur la cohésion sociale et les relations familiales et communautaires

- Les discussions entourant l'acceptation ou non du projet auront-ils un impact sur les relations familiales, communautaires (entre les familles et entre les générations) et inter-communautaires (entre les communautés innues et avec les communautés allochtones).
- Le départ de travailleurs innus pour le chantier aura-t-il un impact sur les relations familiales (absences prolongées, tensions dans les ménages) et communautaires (rareté de la main-d'œuvre qualifiée, divisions entre les familles).
- Quel sera l'impact du projet sur les différents groupes : les jeunes, les femmes, les chômeurs et les aînés de la communauté.
- Le projet permettra-t-il d'améliorer les perspectives d'avenir des jeunes.
- L'accroissement des revenus des personnes qui trouveront un emploi dans le cadre du projet apaisera-t-il ou aggravera-t-il les malaises sociaux vécus dans les communautés.

- Le projet renforcera-t-il l'entraide et le partage dans la communauté ou créera-t-il davantage d'individualisme.

- Le projet aura-t-il un impact sur les services à la population (logement, loisirs, soutien à la formation et à l'emploi, santé, services sociaux, sécurité publique).

- Est-il possible de concilier la participation à des grands projets de développement comme celui de La Romaine et à la préservation du mode de vie des Innus

Incidences sur l'emploi et l'activité économique

- L'éloignement de la réserve pour travailler est-il un obstacle majeur pour les membres de la communauté (pour les jeunes et les femmes en particulier). Y a-t-il des précédents dans la communauté où plusieurs membres sont partis chercher du travail à l'extérieur de la réserve.

- Travailler dans un milieu allochtone pose-t-il des problèmes pour la main-d'oeuvre innue.

- Les membres de votre communauté chercheront-ils des emplois au chantier de La Romaine (intérêt des jeunes et des femmes)? Si oui, quels types d'emploi seront en demande?

- Les travailleurs innus auront-ils besoin de suivre des formations avant d'intégrer le chantier. Seront-ils intéressés à le faire. Seront-ils disposés à sortir de la communauté pour suivre une formation.

- Les travailleurs innus voudront-ils travailler pour une longue période au chantier ou seulement pour une période de temps déterminée.

- Quel serait le meilleure horaire de travail pour les Innus (5 jours de travail / 2 jours de congé, 10/4, 14/7, etc.)

- Les emplois obtenus au chantier amélioreront-il la situation économique des individus et des familles.

- Le conseil de bande et les entrepreneurs locaux auront-ils la capacité d'obtenir des contrats dans le cadre des travaux de La Romaine. Quels types de contrats seront recherchés.

- La distribution des contrats entre les Innus et les allochtones pourrait-elle créer des tensions ou des conflits. Avez-vous en tête des précédents où cela s'est produit.

- Le projet aura-t-il un impact sur le développement de l'économie locale (récréotourisme, construction, services, etc).

Rapport au territoire

Quelle est l'importance pour les Innus de la rivière Romaine et du territoire visé par le projet? Quel usage en font-ils (vérifiez l'utilisation de la zone d'étude par les trois autres communautés). Quel sera l'impact du projet sur les activités qui y sont pratiquées.

Le projet aura-t-il un impact sur la capacité des membres de la communauté de s'approvisionner en viande de bois. Le projet aura-t-il un impact sur le partage de la viande de bois dans la communauté.

La construction d'une route le long de la rivière Romaine va rendre la fréquentation du territoire plus facile ou plus difficile.

Les modifications apportées au territoire auront un impact sur les relations familiales, communautaires et inter-communautaires.

Les modifications apportées au territoire auront-ils un impact sur le mode de transmission des connaissances, des valeurs et des habilités liées à la vie en territoire.

Les membres de la communauté qui iront travailler au chantier changeront-ils leurs habitudes d'utilisation du territoire.

4. Mesures proposées pour maximiser les retombées positives du projet et pour en atténuer les impacts négatifs.

Question 24 Compte tenu de ce que nous venons de dire sur la communauté et le projet de la Romaine, quelles seraient les mesures qu'Hydro-Québec ou le conseil de bande pourrait mettre en œuvre pour maximiser les retombées positives ou atténuer les impacts négatifs (retombées économiques, impacts sociaux, utilisation du territoire)?

Question 25 Selon vous, quelles seraient les mesures les plus importantes et les groupes sociaux à privilégier?

Question 26 Selon vous, comment ces mesures devraient être mise en œuvre en favorisant la participation des Innus?

Fin de l'entrevue

Merci

M25.2.6.7 Groupes d'aînés innus

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
GRILLE D'ENTREVUE DE GROUPE AVEC DES AÎNÉS INNUS

Utilisation du saumon par les Innus d'Ekuanitshit

* La période historique concernée par l'entrevue de groupe avec les aînés innus couvre les débuts du 20e siècle jusqu'aux événements récents. Des informations portant sur la période antérieure, le cas échéant, pourront également être recueillies.

Identification de l'informateur

- Nom :
- Âge :
- Occupation (emploi/sans emploi) :

La pratique de la pêche en général

- Que savez-vous de l'utilisation ancienne de la rivière Romaine par les Innus pour la pêche du saumon?
- Que savez-vous de l'utilisation ancienne de la rivière Puyjalon pour la pêche du saumon?
- Que savez-vous de l'utilisation ancienne d'autres tributaires?
- Pouvez-vous nous faire le récit d'un ou de plusieurs événement de pêche du saumon dans les rivières Romaine, Puyjalon et autres tributaires?

Les aires d'exploitation

(Localisation sur cartes topographiques 1 : 50 000)
(Identification des toponymes innus et/ou en langue française)
(Une attention sera portée à l'ancienneté de l'utilisation de chacune des aires d'exploitation)

- Rivière Romaine :
  - Aire générale d'exploitation :
  - Secteur de l'embouchure :
  - Secteur de la chute de l'Église (pont de la ligne de chemin de fer) :
  - Secteur de la chute à Charlie :
  - Secteur amont de la chute à Charlie :
  - Autres secteurs d'exploitation :
- Rivière Puyjalon :
  - Confluent Puyjalon-Romaine :
  - Autres secteurs d'exploitation :
- Autres tributaires :

1

Les sites d'occupation

(Localisation sur cartes topographiques 1 : 50 000)
(Identification du type de site : site de campement (tente), installation temporaire ou permanente (abri, camp en bois)
(Une attention sera portée à l'ancienneté de l'utilisation de chacun des sites d'occupation)

- Rivière Romaine :
- Rivière Puyjalon :
- Autres tributaires :

Les voies d'accès aux sites d'exploitation

(Tracé des voies d'accès sur cartes topographiques 1 : 50 000)
(Une attention sera portée à l'ancienneté de l'utilisation des voies d'accès)

- Rivière Romaine :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :
- Rivière Puyjalon :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :
- Autres tributaires :
  - Accès terrestres :
  - Voies navigables :

Les techniques utilisées

(Une attention sera portée à l'ancienneté des techniques utilisées)

- Types d'engins : Nom innus et description des techniques de pêche
  - Filet maillant :
  - Harpon traditionnel (nigog) :
  - Pêche à la ligne (mouche et autres) :
  - Autres techniques :
- Autre vocabulaire innu se rapportant à la pratique de la pêche

Les conditions de capture et le cycle saisonnier d'exploitation

- À quel moment de la saison les activités de pêche étaient-elles pratiquées dans la rivière Romaine?
- À quel moment de la saison les activités de pêche étaient-elles pratiquées dans la rivière Puyjalon et autres tributaires?
- Quelle est l'influence des conditions naturelles sur les activités de pêche?
  - Montaison du saumon :
  - Débit des rivières et niveaux des eaux :
  - Marée :
  - Autres :
- Quelle est l'influence des conditions naturelles sur la navigation et l'accès aux secteurs d'exploitation?

Importance économique de la ressource saumon de la rivière Romaine et de ses tributaires

- Anciennement, la pêche du saumon dans les rivières Romaine, Puyjalon et autres tributaires était-elle importante pour la communauté au niveau économique?
- Anciennement, est-ce que les Innus capturaient beaucoup de saumon dans ces rivières? Pouvez-vous nous donner des exemples?

Les activités sociales et les pratiques culturelles liées à l'exploitation, à la distribution et à la consommation du saumon de la rivière Romaine

- Est-ce que la pêche du saumon dans la rivière Romaine était une activité sociale, une occasion de passer du temps en famille ou entre amis?
- Est-ce qu'anciennement, les saumons capturés par les Innus étaient partagés? Avec qui?
- Comment préparez vous le saumon pour le consommer?
  - Quelles sont les différentes façons de préparer et de consommer le saumon? (Fumage, etc.)

Les relations avec les non-autochtones

- Est-ce que les Innus rencontraient des non-autochtones lors de leurs activités de pêche dans la rivière Romaine et ses tributaires? Comment étaient ces relations?
  - Clubs privés?
  - Pêcheurs sportifs?
  - Gardes-pêche?
  - Autres?

Préoccupations par rapport au projet

- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur la pratique de la pêche du saumon?
  - Dans la rivière Romaine?
  - Dans la rivière Puyjalon et autres affluents?
- Est-ce que vous pensez que le projet de développement hydroélectrique va avoir une influence sur le saumon de la rivière Romaine et de ses tributaires?

M25.2.6.8 Questionnaire du sondage auprès des Innus

COMPLEXE DE LA RIVIÈRE ROMAINE : ÉTUDE D'AVANT-PROJET
SONDAGE AUPRÈS DES INNUS

PARTIE 1 — **PROFIL DU RÉPONDANT**

Nom : _____

Sexe : _____ **Âge** : _____ ans

Communauté : _____

État civil

- Célibataire _____ ☐
- En couple _____ ☐
- Monoparental _____ ☐
- Veuf _____ ☐

Nombre d'adultes (18 ans et plus) qui habitent avec vous en permanence : _____
Nombre d'enfants (moins de 18 ans) qui habitent avec vous en permanence : _____

Scolarité

- Sans diplôme _____ ☐
  Dernière année complétée : _____
- Diplôme d'études secondaires générales _____ ☐
- Diplôme d'études secondaires professionnelles _____ ☐
  Domaine : _____
- Diplôme d'études collégiales générales _____ ☐
- Diplôme d'études collégiales professionnelles _____ ☐
  Domaine : _____
- Diplôme d'études universitaires _____ ☐
  Domaine : _____

1

• Formation spéciale aux autochtones _____ ☐
Domaine : _____

• Cours aux adultes : _____ ☐

Occupation actuelle

• Sans travail _____ ☐

• En emploi permanent : précisez _____ ☐

• En emploi saisonnier ou temporaire : précisez _____ ☐

• Formation : précisez _____ ☐

• Innu Aitun (activités traditionnelles) : nombre d'années _____ ☐

• Autre : précisez _____ ☐

Autres expériences de travail

_____
_____
_____
_____

Revenu familial

• Moins de 20 000 $ _____ ☐

• Entre 20 000 et 40 000 $ _____ ☐

• Entre 40 000 et 60 000 $ _____ ☐

• Plus de 60 000 $ _____ ☐

PARTIE 2 CONDITIONS DE VIE ET ENJEUX SOCIAUX

1. En quelques mots, qu'est-ce qui définit le mieux la culture innue (mode de vie, valeurs, connaissances, langue, etc.) ?

_____

_____

2. Comment passez-vous vos temps libres et quel est, en moyenne, le nombre d'heures par semaine que vous consacrez à ces activités ?

Activité	**Faites un X si pratiquée**	**Nombre d'heures par semaine**
Passer du temps sur le territoire		
Passer le temps avec des amis		
Prendre soin des enfants		
Jouer au bingo ou à des jeux de hasard		
Regarder la télévision		
Jouer à des jeux vidéos ou utiliser l'ordinateur		
Voyager à l'extérieur de la communauté		
Faire du sport		
Jouer de la musique		
Faire des tâches ménagères		
Lire		
Randonnée de motoneige ou de VTT		
Autres :		

3. Parmi les choix suivants, quelles sont les deux choses les plus importantes pour vous dans la vie

(inscrivez 1 pour la chose la plus importante et 2 pour la deuxième plus importante)

Avoir accès au territoire ou à ses ressources	
Avoir une bonne éducation	
Avoir du temps libre pour les loisirs, la famille et les amis	
Avoir un bon emploi	
Être impliqué dans la communauté	
Partager et aider les autres	

4. **Parmi les choix suivants, quelles sont les deux choses les plus importantes pour le développement de votre communauté**
(inscrivez 1 pour la chose la plus importante et 2 pour la deuxième plus importante)

Préserver l'Innu Aitun	
Améliorer l'éducation de la population	
Créer des emplois	
Diminuer les problèmes sociaux (consommation, violence)	
Contrôler le développement du territoire et de ses ressources	
Favoriser l'entraide et le partage entre les Innus	

5. Diriez-vous que la « qualité de vie » de la population de votre communauté est aujourd'hui …

a. ( ) très bonne
b. ( ) bonne
c. ( ) correcte
d. ( ) mauvaise
e. ( ) très mauvaise
f. ( ) ne sait pas

6. Pour chacun des aspects de la qualité de vie de la population de votre communauté, diriez-vous qu'ils sont aujourd'hui très bons, bons, corrects, mauvais ou très mauvais (faites un X dans les cases appropriées)

Aspects de la qualité de vie	*Très bon*	*Bon*	*Correct*	*Mauvais*	*Très mauvais*	*Ne sait pas*
Revenu des familles						
Accès à l'emploi						
Niveau d'éducation						
Compétences des travailleurs innus						
Bonheur et joie de vivre						
État de santé physique						
État de santé mentale						
Conditions de logement						
État des bâtiments communautaires						
Services offerts dans la communauté						
Perspectives d'avenir des jeunes						
Sentiment de paix et de sécurité						
Entraide et partage						
État de l'environnement						
Accès au territoire						
Accès à la nourriture de bois						

Aspects de la qualité de vie	*Très bon*	*Bon*	*Correct*	*Mauvais*	*Très mauvais*	*Ne sait pas*
Sentiment d'appartenance au territoire						
Transmission des valeurs et des connaissances innues						
Transmission de la langue innue						
Relations entre les enfants et les parents						
Relations entre les familles						
Relations entre les hommes et les femmes						
Relations entre les aînés et les plus jeunes générations						
Relations entre la population et le conseil de bande						
Relations entre les communautés innues						
Relations avec les non-autochtones						

7. Depuis les 25 dernières années, diriez-vous que la qualité de vie de la population de votre communauté s'est …

a. ( ) beaucoup améliorée
b. ( ) améliorée
c. ( ) maintenue
d. ( ) détériorée
e. ( ) beaucoup détériorée
f. ( ) ne sait pas

8. Selon vous, quels sont les aspects de la qualité de vie de la population de votre communauté qui se sont beaucoup améliorés, améliorés, maintenus, détériorés ou beaucoup détériorés au cours des 25 dernières années.
(faites un X dans les cases appropriées)

Aspects de la qualité de vie	*Beaucoup amélioré*	*Amélioré*	*Maintenu*	*Détérioré*	*Beaucoup détérioré*	*Ne sait pas*
Revenu des familles						
Accès à l'emploi						
Niveau d'éducation						
Compétences des travailleurs innus						
Bonheur et joie de vivre						
État de santé physique						
État de santé mentale						
Conditions de logement						
État des bâtiments communautaires						

Aspects de la qualité de vie	*Beaucoup amélioré*	*Amélioré*	*Maintenu*	*Détérioré*	*Beaucoup détérioré*	*Ne sait pas*
Services offerts dans la communauté						
Perspectives d'avenir des jeunes						
Sentiment de paix et de sécurité						
Entraide et partage						
État de l'environnement						
Accès au territoire						
Accès à la nourriture de bois						
Sentiment d'appartenance au territoire						
Transmission des valeurs et des connaissances innues						
Transmission de la langue innue						
Relations entre les enfants et les parents						
Relations entre les familles						
Relations entre les hommes et les femmes						
Relations entre les aînés et les plus jeunes générations						
Relations entre la population et le conseil de bande						
Relations entre les communautés innues						
Relations avec les non-autochtones						

9. Selon-vous, quel a été le changement le plus positif survenu dans votre communauté depuis 25 ans ?

_____

_____

10. Selon-vous, quel a été le changement le plus négatif survenu dans votre communauté depuis 25 ans ?

_____

_____

11. Selon-vous, quelle est aujourd'hui la plus grande force de votre communauté ?

_____

_____

12. Selon-vous, quelle est aujourd'hui la plus grande difficulté de votre communauté ?

_____

_____

13. Selon-vous, quels sont aujourd'hui les défis des <u>jeunes</u> innus ?
(2 réponses maximum)

_____

_____

14. Selon-vous, quels sont aujourd'hui les défis des <u>femmes</u> innues ?
(2 réponses maximum)

_____

_____

15. Selon-vous, quels sont aujourd'hui les défis des <u>hommes</u> innus ?
(2 réponses maximum)

_____

_____

16. Selon-vous, quels sont aujourd'hui les défis des <u>aînés</u> innus ?
(2 réponses maximum)

_____

_____

17. Dans 10 ans, pensez-vous que la qualité de vie de la population de votre communauté se sera …

a. ( ) beaucoup améliorée
b. ( ) améliorée
c. ( ) maintenue
d. ( ) détériorée
e. ( ) beaucoup détériorée
f. ( ) Ne sait pas

Qu'est-ce qui aura changé ?

_____

_____

PARTIE 3 UTILISATION DU TERRITOIRE

18. En 2006, avez-vous pratiqué des activités sur le territoire (à l'extérieur du village) …

a. ( ) souvent
b. ( ) à l'occasion
c. ( ) rarement
d. ( ) jamais
e. ( ) ne sait pas

Lesquelles :

_____

_____

19. En 2006, quels secteurs du territoire avez-vous fréquentés et pendant combien de jours, par saison et par secteur ?

Secteur fréquenté	**Nombre de jours**			
	Hiver (janvier-mars)	*Printemps (avril-juin)*	*Été (juillet-septembre)*	*Automne (octobre-décembre)*

20. La plupart du temps, en 2006, vous avez fréquenté le territoire …
(cochez plusieurs cases au besoin)

a. ( ) seul
b. ( ) en famille (conjoint et enfant)
c. ( ) avec la parenté
d. ( ) avec des amis
e. ( ) ne sait pas

Habituellement, combien d'adultes (18 ans et plus) vous ont accompagné sur le territoire : _____

Habituellement, combien d'enfants (moins de 18 ans) vous ont accompagné sur le territoire : _____

21. Y a-t-il des choses qui vous empêchent de fréquenter plus souvent le territoire ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

Lesquelles :

_____

_____

22. Vous mangez de la nourriture traditionnelle (viande de bois) …

a. ( ) chaque jour
b. ( ) chaque semaine
c. ( ) chaque mois
d. ( ) uniquement lors d'occasions spéciales
e. ( ) jamais
f. ( ) ne sait pas

23. Quelles sont les espèces animales et végétales que vous consommez?

_____

_____

24. Si vous avez des enfants de moins de 18 ans qui vivent avec vous, mangent-ils de la nourriture traditionnelle (viande de bois) …

a. ( ) chaque jour
b. ( ) chaque semaine
c. ( ) chaque mois
d. ( ) uniquement lors d'occasions spéciales
e. ( ) jamais
f. ( ) ne vit pas avec des enfants de moins de 18 ans
g. ( ) ne sait pas

25. Aimeriez-vous manger de la nourriture traditionnelle plus souvent ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

PARTIE 4 IMPACTS ANTICIPÉS DU PROJET DE LA ROMAINE

SELON VOTRE EXPÉRIENCE ET VOS CONNAISSANCES …

26. Le projet hydroélectrique de la rivière Romaine aura-t-il des effets <u>positifs</u> sur la qualité de vie de votre communauté ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

Expliquez brièvement comment :

_____

_____

27. Le projet hydroélectrique de la rivière Romaine aura-t-il des effets <u>négatifs</u> sur la qualité de vie de votre communauté ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

Expliquez brièvement comment :

_____

_____

28. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine améliorera la situation économique des familles de la communauté ?

a. ( ) beaucoup
b. ( ) un peu
c. ( ) pas du tout
d. ( ) ne sait pas

29. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine créera de bons emplois pour les membres de votre communauté ?

a. ( ) beaucoup
b. ( ) un peu
c. ( ) pas du tout
d. ( ) ne sait pas

30. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine améliorera la formation et la qualification des travailleurs de votre communauté ?

a. ( ) beaucoup
b. ( ) un peu
c. ( ) pas du tout
d. ( ) ne sait pas

31. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine permettra de réduire ou va aggraver les problèmes sociaux de votre communauté ?

a. ( ) réduire
b. ( ) aggraver
c. ( ) réduire et aggraver
d. ( ) aucun effet
e. ( ) ne sait pas

32. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine renforcera les liens communautaires ou créera au contraire plus d'individualisme ?

a. ( ) renforcera les liens communautaires
b. ( ) plus d'individualisme
c. ( ) aucun effet
d. ( ) ne sait pas

33. Est-ce que la construction d'une route le long de la rivière Romaine va rendre la fréquentation du territoire plus facile ou plus difficile pour les Innus ?

a. ( ) plus facile
b. ( ) plus difficile
c. ( ) aucun effet
d. ( ) ne sait pas

Expliquez brièvement comment :

_____

_____

34. Est-ce que le projet hydroélectrique de la rivière Romaine aura un effet positif ou négatif sur le mode de vie traditionnel des Innus ?

a. ( ) positif
b. ( ) négatif
c. ( ) aucun effet
d. ( ) ne sait pas

Expliquez brièvement comment :

_____

_____

35. Quel sera le principal effet du projet hydroélectrique de la rivière Romaine sur les <u>jeunes</u> de la communauté ?

_____

_____

36. Quel sera le principal effet du projet hydroélectrique de la rivière Romaine sur les <u>femmes</u> de la communauté ?

_____

_____

37. Quel sera le principal effet du projet hydroélectrique de la rivière Romaine sur les <u>hommes</u> de la communauté ?

_____

_____

38. Quel sera le principal effet du projet hydroélectrique de la rivière Romaine sur les <u>aînés</u> de la communauté ?

_____

_____

39. Est-ce que les membres de votre communauté seront intéressés à travailler au chantier de la rivière Romaine ?

a. ( ) très intéressés
b. ( ) assez intéressés
c. ( ) peu intéressés
d. ( ) pas intéressés
e. ( ) ne sait pas

40. Selon vous, qu'est-ce qui pourrait empêcher les membres de votre communauté d'aller travailler au chantier de la rivière Romaine ?

_____

_____

41. Êtes-vous personnellement intéressé à travailler au chantier de la rivière Romaine ?

a. ( ) très intéressé
b. ( ) assez intéressé
c. ( ) peu intéressé
d. ( ) pas intéressé (passez à la question 46)
e. ( ) ne sait pas

Quel type de travail vous intéresse :

_____

_____

42. Êtes-vous intéressé à travailler au chantier de la rivière Romaine …

a. ( ) pour une longue durée, dans un emploi stable
b. ( ) d'abord pour une courte durée, pour tenter l'expérience, à mon rythme
c. ( ) seulement pour certaines périodes de l'année où je suis libre
d. ( ) ne sait pas

43. Sera-t-il difficile de vous éloigner de la réserve pour aller travailler au chantier de la Romaine ?

a. ( ) beaucoup
b. ( ) un peu
c. ( ) pas du tout
d. ( ) plutôt un facteur positif
e. ( ) ne sait pas

44. Sera-t-il difficile pour vous de travailler dans un milieu de travail non-autochtone ?

a. ( ) beaucoup
b. ( ) un peu
c. ( ) pas du tout
d. ( ) plutôt un facteur positif
e. ( ) ne sait pas

45. Pensez-vous que vous êtes suffisamment formé pour travailler au chantier de la Romaine?

a. ( ) Suffisamment
b. ( ) Manque de formation
c. ( ) Ne sait pas

46. Si vous penser manquer de formation, seriez-vous intéressé à en suivre une ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

Si oui, quel type de formation :

_____

_____

47. Accepteriez-vous de quitter temporairement la communauté pour aller suivre une formation ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

48. Si vous aviez un conseil à donner à Hydro-Québec ou au conseil de bande pour aider les travailleurs innus à trouver un emploi au chantier de la Romaine, quel serait-il ?

49. Si vous aviez un conseil à donner à Hydro-Québec ou au Conseil de bande pour que votre communauté profite pleinement du projet de la Romaine, quel serait-il ?

50. Quelle est votre principale attente ou votre principal désir envers le projet hydroélectrique de la rivière Romaine ?

51. Quelle est votre principale préoccupation, crainte ou inquiétude envers le projet hydroélectrique de la rivière Romaine ?

52. Avant aujourd'hui, aviez-vous entendu parlé du projet hydroélectrique de la rivière Romaine ?

a. ( ) oui
b. ( ) non
c. ( ) ne sait pas

Si oui, d'où provenait cette information ?

53. Avez-vous des commentaires ou des questions concernant le projet de la rivière Romaine ou sur la recherche en cours ?

Merci de votre collaboration

M25.3 Références

Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE). 1995. *Les activités militaires aériennes au Labrador et au Québec. Rapport de la commission d'évaluation environnementale*. Ottawa, Approvisionnements et Services Canada.

Alliance Environnement et BCDM conseil. 2007. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi environnemental 2007. Étude de suivi des retombées économiques régionales 2006.* Préparé pour Hydro-Québec. Trois-Rivières, Alliance Environnement. 45 p. et ann.

André, Mathieu. 1984. *Moi « Mestenapeu ».* Sept-Îles, Éditions Innu. 286 p.

André, P., et D. Bitondo. 2001. *Élaboration d'un cadre conceptuel et méthodologique pour l'évaluation intégré des impacts des projets d'infrastructures linéaires sur la qualité de vie.* Collection de monographies en recherche et développement. Ottawa. Agence canadienne d'évaluation environnementale. 60 p.

Archéotec. 2006. *Complexe de la Romaine. Inventaire archéologique 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Archéotec. 289 p.

Armitage, P. 1990. « Land use and occupancy among the innu of Utshimassit and Sheshatshit ». Naskapi Montagnais Innu Association. Non publié.

Armitage, P. 1992. *Contemporary land use in military flight training areas in Labrador-Quebec*. Wendake, Innu Nation et Conseil Atikamekw-Montagnais. 65 p.

Assemblée des Premières Nations. 2005. *Plan d'action sur le logement des Premières Nations*. Ottawa, Assemblée des Premières Nations. 30 p.

Assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador. 2005. *Protocole de recherche des Premières Nations du Québec et du Labrador.* Wendake, Assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador. 15 p.

Assemblée Mamu Pakatatau Mamit. 2002. *Le pouvoir de nos rivières. Rapport du Forum sur l'hydroélectricité, les 29,30 et 31 janvier 2002.* Sept-Îles, Assemblée Mamu Pakatatau Mamit. 29 p.

Assemblée Mamu Pakatatau Mamit. 2003. *Le portrait de la population étudiante de Mamit Innuat*. Sept-Îles, Assemblée Mamu Pakatatau Mamit. 23 p.

Backhouse, C., et D. McRae. 2002. *Rapport présenté à la Commission canadienne des droits de la personne sur les traitements des Innus du Labrador par le gouvernement du Canada*. Ottawa, Université d'Ottawa, Faculté de droit. 74 p.

Bater, H.J. 2005. *Labrador Organizes ! History of the Combined Councils of Labrador : 70s, 80s, 90s, 21st Century.* Waterloo (Ontario), Université de Waterloo. 75 p.

Beaudet, M. 1976. *Réserve à castor Saguenay et Nouveau-Québec*. Miméo.

Beaudet, M. 1981. « A Brief History of the Quebec Beaver Preserves and Few of the Facts Occured During the Years 1930-1970 ». Communication présentée à la Conférence des Cris tenue à Chisasibi le 17 juin 1981.

Belleau, M., et coll. 1988. *Un pays infini*. Wendake, Conseil Atikamekw-Montagnais et Confédération des syndicats nationaux. 79 p.

Belles-Isles, M., Y. Plourde, P. Pelletier, C. Théberge et P. Thibodeau. 2004. *Complexe Romaine. Aménagement intégral de la rivière Romaine. Étude préliminaire sur les débits réservés et la faune ichtyenne.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 134 p. et ann.

Benoit, R., 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Sauvagine et autres oiseaux aquatiques*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 169 p. et ann.

Benoit, R., C. Latendresse et F. Bédard. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux forestiers.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 95 p. et ann.

Berger, T.R. 1977*a*. *Le Nord : terre lointaine, terre ancestrale. Rapport de l'enquête sur le Pipelaine de la vallée du McKenzie.* Vol. 1. Ottawa, Approvisionnements et services Canada. 227 p.

Berger, T.R. 1977*b*. *Le Nord : terre lointaine, terre ancestrale. Rapport de l'enquête sur le Pipelaine de la vallée du McKenzie.* Vol. 2 : *Les modalités.* Ottawa, Approvisionnements et services Canada. 292 p.

Bernard, N. 1997. « La formation professionnelle en milieu autochtone. Le cas d'Hydro-Québec et des Cris de la Baie-James ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 27, nº 2, p. 61-74.

Bherer et Associés. 2000. *Études sur les besoins en formation postsecondaire des communautés innues.* Sept-Îles, Institut culturel et éducatif Montagnais. 70 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation et de la flore*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 54 p. et ann.

Bouchard, D., et J. Deshaye. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la végétation littorale dans la zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 22 p. et ann.

Bouchard, S. 1977. *Chroniques de chasse d'un Montagnais de Mingan, Mathieu Mestokosho*. Québec, Ministère des Affaires culturelles du Québec. 130 p.

Bouchard, S. 1978. *Projet du Comité des chasseurs de Mingan*. Québec, ministère des Affaires culturelles du Québec, Direction de l'archéologie et de l'ethnologie.

Bouchard, S. 2004. *Récits de Mathieu Mestokosho chasseur innu*. Montréal, Boréal.

Boudreault, R. 2001. *Rapport d'analyse en vue de la mise en place d'une structure administrative dans le domaine de l'éducation pour les communautés innues membres de l'ICEM.* Sept-Îles, Institut éducatif et culturel Montagnais. 36 p. et ann.

Boyd Eaton, S., et S.B. Eaton III. 2000. « Paleolithic vs. Modern Diets. Selected Pathophysiological Implications ». *European Journal of Nutrition*, vol. 39, nº 2, p. 67-70.

Brassard, D. 1983. *Recherche sur l'occupation et l'utilisation du territoire : La Romaine*. Wendake, Conseil Atikamek-Montagnais.

Brassard, D. 1985*a*. *Emplois, revenus et activités économiques à Natashquan en 1983-84 et 1984-85.* Rapport préliminaire. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Brassard, D. 1985*b*. *Emplois, revenus et activités économiques à Mingan en 1983-84 et 1984-85.* Rapport préliminaire. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Brassard, D 1985*c*. *Emplois, revenus et activités économiques à La Romaine en 1983-84 et 1984-85.* Rapport préliminaire. Centre d'études Nordiques. Québec. Université Laval.

Brassard, D. 1985*d*. *Emplois, revenus et activités économiques à Saint-Augustin en 1983-84 et 1984-85.* Rapport préliminaire. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Burdge, R.J., et R.A. Robertson. 1994. *A Conceptual Approach to Social Impact Assessment. Collection of writings by Rabel J. Burdge and colleagues*. Middleton, Social Ecology Press. 256 p.

Canada, Conseil privé. 2006. « Reserve creation for Sheshatshiu Innu First Nation. Reserve : Sheshatshiu Indian Reserve No. 3 ». In *The province of Newfoundland and Labrador.* Ottawa, Conseil privé du Canada.

Canada, Ministère de la Santé. 2006. *Rapport annuel sur la morbidité.* Ottawa, Santé Canada.

Canada, Ministère de la Santé. 2007. *Santé des Premières Nations et des Inuits*. En ligne : [http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/index_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 1996. *Revendication de la nation innu*. En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/pr/info/info71_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2004*a*. *Mise à jour. Création d'une réserve à Natuashish*. En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/irp/irp-Pb_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2004*b*. *Quelques faits sur les Innus du Labrador.* En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/irp/irp-Pf_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2004*c*. *Suppléments d'information. Progrès réalisés dans le cadre de la mise en œuvre de la Stratégie globale de guérison des Innus du Labrador.* En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/irp/irp-Pc_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2005. *Les Innus du Labrador. Chronologie*. En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/irp/irp-Pch_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2006*a*. *Évaluation provisoire de la Stratégie globale de guérison des Innus du Labrador (SGGIL)*. Ottawa, MAINC, Direction générale de l'évaluation et de la vérification interne.

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2006*b. Les Innus Mushuau quittent Davis Inlet pour s'installer à Natuashish*. En ligne : [www.ainc-inac.gc.ca/irp/irp-P1_f.html].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2006*c*. *Registre des Indiens*. Données de 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 et 2006. Ottawa, MAINC.

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2007*a*. *Note d'information générale sur la politique du Canada sur les revendications territoriales globales et l'état actuel des dossiers.* Ottawa, MAINC, Direction générale des revendications globales. 38p.

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). 2007*b. Profil des collectivités autochtones (2001-2007)*. En ligne : [www.inac.gc.ca].

Canada, Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (MAINC). Non daté. *Programme de mise en valeur de l'économie relative au trappage des animaux à fourrure sur les territoires de trappage réservés aux autochtones.* Ottawa, MAINC.

Canada, Ministère des Ressources naturelles. 2005. *Bulletin d'information sur la participation autochtone à l'industrie minière. Entente de partenariat.* En ligne : [www.nrcan.gc.ca/ms/pdf/voisey-bay_f.pdf].

Canada, Ministère des Ressources naturelles. 2007. *Historique foncier des terres indiennes au Québec*. En ligne : [http://cccm.nrcan.gc.ca/francais/fh_f.asp] (20 février 2007).

Canada, Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux. 1999. *Guide des collectivités indiennes du Québec*. Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

Canada, Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux. 2003. *Guide des collectivités indiennes du Québec*. Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

Canada, Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux. 2004. *Données ministérielles de base*. Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada. 126 p.

Castonguay, Dandenault et Associés. 1992*a. Projet Centrale Lac-Robertson. Profil communautés montagnaises de la Basse-Côte-Nord et évaluation des retombées économiques locales*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés. 181 p.

Castonguay, Dandenault et Associés. 1992*b. Projet Centrale Lac-Robertson. Utilisation du territoire par les Montagnais de Pakua Shipi et de La Romaine*. Cartes. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2000. *Projet Churchill. Intégration au réseau à 735 kV. Élaboration de corridors. Étude du milieu autochtone.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2001. *Utilisation du milieu côtier et marin par les autochtones dans l'estuaire du golfe du Saint-Laurent*. Sainte-Flavie, Institut Maurice-Lamontagne, Direction régionale des océans et de l'environnement.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu autochtone. Communauté innue d'Ekuanitshit*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2005. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 2004 en phase exploitation. Utilisation du territoire*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés. 115 p. et ann.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2006. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnoustouc. Suivi environnemental 2005. Communauté de Pessamit.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Castonguay, Dandenault et Associés. 66 p. et ann.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2007*a*. *Aménagement hydroélectrique de la Chute-Allard et des Rapides-des-Cœurs. Suivi environnemental 2005. Communauté de Wemotaci. Profil socioéconomique.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Castonguay, Dandenault et Associés.

Castonguay, Dandenault et Associés. 2007*b*. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 2005 en phase exploitation.* Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Castonguay, Dandenault et Associés. 115 p. et ann.

Centre de recherche et d'analyse en sciences humaines (ssDcc). 1992. *Synthèse des impacts sociaux en milieu cri de la phase 1 du projet de la Baie-James 1970-1985*. Préparé pour Hydro-Québec Environnement. Montréal, ssDcc. 124 p. et ann.

Cerane. 1988. *Projet de la rivière Sainte-Marguerite. Avant-projet, phase 1. Étude de l'utilisation du territoire.* Vol. 1 : *Analyse et synthèse.* Préparé pour Hydro-Québec. Charlesbourg, Cerane.

Chambaron, D. 1983. *Étude technique et socio-historique du piégeage et de la chasse des Amérindiens montagnais du Lac Saint-Jean.* Thèse de doctorat. Paris, École des Hautes études en sciences sociales, Centre d'études arctiques.

Charest, P. 1990. « L'organisation socio-territoriale de la chasse ». *In* P. Charest, J. Huot et G. McNulty. *Les Montagnais et la faune*. Québec, Université Laval, p. 1-98.

Charest, P. 1992. « La prise en charge donne-t-elle du pouvoir ? L'exemple des Atikamekw et des Montagnais ». *Anthropologie et sociétés*, vol. 16, nº 3, p. 54-76.

Charest, P. 1995. « La composition des groupes de chasse chez les Mamit Innuat ». *In* F. Trudel, P. Charest et Y. Breton. *La construction de l'anthropologie québécoise. Mélanges offerts à Marc-Adélard Tremblay.* Québec, Presses de l'Université Laval, p. 367-396.

Charest, P. 1996. « Les stratégies de chasse des Mamit Innuat ». *Anthropologie et sociétés*, vol. 20, nº 3, p. 107-128.

Charest, P. 2003. « Qui a peur des Innus ? Réflexions sur les débats au sujet du projet d'entente de principe entre les Innus de Mashteuiatsh, Essipit, Betsiamites et Nutashkuan et les gouvernements du Québec et du Canada ». *Anthropologie et sociétés*, vol. 27, nº 2, p. 185-206.

Charest, P., J. Huot et G. McNulty (réd.). 1990. *Les Montagnais et la faune*. Rapport de recherche. Québec, Université Laval.

Charron, Denise. 1994*a*. *Mingan : Ekuanitshit.* Wendake, Institut culturel et éducatif montagnais.

Charron, Denise. 1994*b*. *Natashquan, là où on chasse l'ours.* Wendake, Institut culturel et éducatif montagnais.

Charron, Denise. 1994*c*. *Unaman Shipit : La Romaine.* Wendake, Institut culturel et éducatif montagnais.

Charron, Denise. 1994*d*. *Pakua Shipi.* Wendake, Institut culturel et éducatif montagnais.

Chiron De La Casinière, A. 2000. *Tradition ou modernité ? Tradition et modernité. Étude de cas partielle sur le développement durable à Pakuashipi, petite communauté innue de la Basse-Côte-Nord du Québec*. Mémoire de maîtrise en anthropologie. Québec, Université Laval.

Clément, D. 1985*a.* « Amisk^{u} (le castor) ». *Anthropologie et Sociétés,* vol. 9, nº 3, p. 243-254.

Clément, D. 1985*b.* « Utshâhk^{u} (le rat musqué) ». Dans *Les carnets de zoologie*, vol. 45, nº 4, p. 81-87.

Clément, D. 1985*c*. « La loutre ». *La revue canadienne des études autochtones*, vol. 5, nº 1, p. 1-10.

Clément, D. 1985*d*. *Manuel d'ethnozoologie montagnaise (huit « petits » animaux)*. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Clément, D. 1986*a.* « Kâk^{u} (le porc-épic) » *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 16, nºs 2-3, p. 141-151.

Clément, D. 1986*b. Manuel d'ethnozoologie montagnaise.* Auehihat, 2e série. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Clément, D. 1987. « Maikan (le loup) ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 7, nº 4, p. 59-85.

Clément, D. 1992*a.* « Hîkuh (l'hermine) ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 16, nº 1, p. 71-78.

Clément, D. 1992*b.* « Mâtsheshu (le renard) ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 22, nº 1, p. 33-43.

Clément, D. 1993. « Uînashk^{u} (La marmotte commune) ». *Revue d'études canadiennes*, vol. 28, nº 3, p. 62-73.

Clément, D. 1995. *La zoologie des Montagnais.* Paris, Peeters.

Clément, D. 1998. *Innuat Utashinimuau. The Innu People's Rock. An Overview of Innu Knowledge of the land with special reference to Voisey's Bay Mine/Mill Project Site*. Innu Nation.

Clément, D. 2004. « L'exploitation et l'échange des ressources marines selon les données de la tradition orale ». *In* P. Charest, D. Clément et P. Frenette. *Les droits des Mamit Innuat concernant l'exploitation et le commerce des ressources marines. Rapport de la phase 1.* Sept-Îles, Regroupement Mamit Innuat, p. 37-113.

Clément, D., et S. Jauvin. 1993. *Aitnanu*. *La vie quotidienne d'Hélène et de William-Mathieu Mark.* Témoignage traduit du montagnais. Montréal, Libre Expression.

Clermont, N. 1980. « Le contrat avec les animaux. Bestiaire sélectif des Indiens nomades du Québec ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 10, nos 1-2, p. 91-109.

Commission de la santé et des services sociaux des Premières Nations du Québec et du Labrador (CSSSPNQL). 2006. *Enquête régionale longitudinale sur la santé des Premières Nations de la région du Québec. 2002.* Wendake, CSSSPNQL. 213 p.

Comtois, R. 1983. *Occupation et utilisation du territoire par les Montagnais de Mingan*. Wendake, Conseil Atikamekw-Montagnais.

Comtois, R. 1988. *Unipekᵘ : les Montagnais de Mingan et l'exploitation des ressources côtières durant la première moitié de XXᵉ siècle*. Mémoire de maîtrise en anthropologie. Québec, Université Laval.

Conseil des Innus de Ekuanitshit. 2003. *Rapport annuel 2002-2003*. Ekuanitshit, Conseil des Innus de Ekuanitshit. 51 p.

Côté, M. 1992. *Portrait de la pêche de subsistance pratiquée en milieu marin par la communauté montagnaise de La Romaine*. Préparé en collaboration avec le Conseil Atikamekw-Montagnais. Québec, Pêches et Océans Canada.

Del Degan, Massé et Associés. 2004. *Priorités de conservation*. *Parc national de l'archipel de Mingan*. Gatineau, Parcs Canada.

Dominique, R. 1978. « Le langage de la chasse ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 7, nos 3-4, p. 37-48.

Dominique, R. 1979. « Le caribou est un animal indien ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 9, nos 1-2, p. 47-54.

Dominique, R. 1983. *Recherche sur l'occupation et l'utilisation du territoire : Natashquan*. Wendake, Conseil Atikamek-Montagnais.

Dominique, R. 1989. *Le langage de la chasse. Récit autobiographique de Michel Grégoire, Montagnais de Natashquan*. Sillery, Presses de l'Université du Québec.

Dominique, R. 1997. « L'arrivée de la route 138 et la gestion de la faune dans la partie orientale de la Minganie ». Recherches amérindiennes au Québec, vol. 27, no 1, p. 49-62.

Dominique, R., et C. Pelletier. 1975. *Étude de la technologie de la trappe chez les Montagnais-Naskapi de la Moyenne-Côte-Nord.* Québec, Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Drapeau, L. 1991. *Dictionnaire Montagnais Français*. Québec, Presses de l'Université du Québec.

Duhaime, G. 1991. « Le pluriel de l'Arctique. Travail salarié et rapports sociaux en zone périphérique ». *Sociologies et sociétés*, vol. 23, no 2, p. 113-128.

Duhaime, G., et coll. 2004. « Social cohesion and living conditions in the Canadian Arctic : From theory to measurement ». *Social indicator research*, no 66, p. 295-317.

Feit, H. 1987. « Waswanipi Cree Management of Land and Wildlife : Cree Ethno-Ecology Revisited ». *In* B. Cox. *Native People, Native Lands : Canadian Indians, Inuit and Metis.* Ottawa, Carleton University Press, p. 75-91.

Feit, H. 2000. « Les animaux comme partenaire de chasse ». *Terrain*, no 31, p. 123-142.

Fortin, C. 1988. *Évaluation des besoins en formation des communautés montagnaises de la Basse Côte-Nord (Mingan, Natashquan, La Romaine, St-Augustin)*. Sept-Îles, Conseil Atikamek-Montagnais. 62 p.

Fortin, C., et M. Ouellet. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 34 p. et ann.

Fraternité des Indiens du Canada (FIC). 1972. *La maîtrise indienne de l'éducation indienne*. Ottawa, FIC.

Frenette, J. 1991. *Historique des réserves à castor au Québec. Inventaire archivistique du fonds du Affaires indiennes et du nord*. Sainte-Foy, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service des relations avec les autochtones.

Gardner & Coombs, Chartered Accountants. 2006. *Mushuau Innu First Nation schedule of federal governement funding. Operational funding for the year ended march 31, 2005.* St. John's, Gardner & Coombs.

Garneau, J.-P. 1997. « La population montagnaise : données disponibles et évolution récente ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 27, nº 1, p. 7-18.

Gélinas, C. 2003. *Entre l'assommoir et le godendart. Les Atikamekw et la conquête du Moyen-Nord québécois, 1870-1940*. Québec, Septentrion.

Gendarmerie royale du Canada (GRC). 2006. *Natuashish, Labrador*. Données de 2005 et 2006. En ligne : [www.rcmp-grc.gc.ca/nl/detachments/natuashish_f.html].

Gendarmerie royale du Canada (GRC). 2007. *Services de police communautaire, contractuels et autochtones.* Données de 2006 et 2007. En ligne : [www.rcmp-grc.gc.ca/ccaps/restjust_f.html].

GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 222 p. et ann.

GENIVAR Groupe Conseil. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 202 p. et ann.

Gestion St-Pierre et Associés, Urbanistes Conseil (GSP). 2000. *Les besoins en logement des Premières Nations du Québec et du Labrador*. Préparé pour l'Assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador. Charlesbourg, GSP. 22 p. et ann.

Gestion St-Pierre et Associés, Urbanistes Conseil (GSP). 2004. *Planification communautaire et justification de l'agrandissement de la réserve de Uashat.* Préparé pour Innu Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam. Charlesbourg, GSP.

Gestion St-Pierre et Associés, Urbanistes Conseil (GSP). 2005. *Énoncé préliminaire d'immobilisions 2005-2006 à 2009-2010*. Préparé pour le Conseil des Innus de Ekuanitshit. Charlesbourg, GSP. 76 p. et ann.

Groupe Boréal. 1992. *Projet Grande Baleine.* Tome 5 : *Impacts prévus.* Vol. 3 : *Milieu social.* Rapport déposé à Projet Grande Baleine / Intégration. Saint-Romuald, Groupe Boréal. 75 p.

Groupe Helianthe. 1988. *Les enjeux sociaux du projet de la Baie-James.* Vol. 1 : *Bibliographie compréhensive.* Préparé pour Hydro-Québec Environnement. Montréal, Groupe Helianthe. 92 p. et ann.

Harrison, A., M. Meric et A. Dixon. 1995. *Justice and Healing in Sheshatshit and Davis Inlet*. Ottawa, Peace Brigades International.

Henriksen G. 1977. *Land Use and Occupancy among The Naskapis of Davis Inlet*. Naskapi Montagnais Innu Association. Non publié.

Hydro-Québec. 1995. *Programme de formation de main-d'œuvre Montagnaise*. Montréal, Hydro-Québec. Pag. multiple.

Hydro-Québec. 2004. *Environmental Follow-up Assessment of La Grande Hydroelectric Complex. Human Impacts Generated in the Eastern Sector. Main Report*. Rapport final. Montréal, Hydro-Québec Production. 242 p.

Hydro-Québec Équipement. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Milieu humain. Rapp*ort d*'inventaire*. Préparé par Nove Environnement. Montréal, Hydro-Québec Équipement. Pag. multiple.

Hydro-Québec Production. 2006. *Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert.* Montréal, Hydro-Québec Production. 165 p.

Inco. 1997. *Voisey's Bay Mine/Mill project. Environnemental Impact*. Toronto, Inco.

Indiana Marketing. 2003. *Répertoire d'affaires des communautés autochtones du Québec.* Wendake, Indiana Marketing.

Indiana Marketing. 2007. *Aboriginal Business and Communities Directory Atlantic Region*. Wendake, Indiana Marketing.

Innu Developpement Limited Partnership (IED). 2007. En ligne : [www.innudev.com].

Innu Nation et Conseil Atikamekw-Montagnais. 1992. *Overview of the avoidance programme feasibility project. Sheshatshiu and Québec.* Wendake, Conseil Atikamekw-Montagnais. 37 p.

Innu Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam (ITUM). 2002. *Liste des camps de trappe construits dans le cadre de l'entente Uashat mak Mani-Utenam et Hydro-Québec 1994*. Sept-Îles, ITUM.

Innu Takuaikan Uashat mak Mani-Utenam (ITUM). 2005. *Mémoire de la Première nation innue d'Uashat mak Mani-Utenam dans le cadre de la consultation publique « Le secteur énergétique au Québec, Contexte, enjeux et questionnements »*. Sept-Îles, ITUM.

Institut culturel et éducatif montagnais (ICEM). 1994. *Sept-Îles et Maliotenam : Uashat mak Mani-Utenam*. Rédigé par Denise Charron et René Boudreault. Sept-Îles, ICEM.

Institut culturel et éducatif montagnais (ICEM). 2005. *Évaluation du programme d'éducation post-secondaire des communautés innues de la Côte-Nord. Rapport final.* Préparé pour le groupe de travail mixte Assemblée des Premières Nations / Affaires indiennes et du Nord Canada. Sept-Îles, ICEM. 18 p.

Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador. 2005. *Position de l'assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador sur la question énergétique au Québec.* Préparé pour le Secrétariat de l'assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador. Wendake, Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador. 13 p.

Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador. 2006. *Stratégie de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador.* Wendake, Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador. 29 p.

Institut de formation autochtone du Québec. 1993. *La formation professionnelle en milieu autochtone. Rapport nº 1. Priorités, qualité et réussite.* Loretteville, Institut de formation autochtone du Québec. 75 p. et ann.

Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) et Environnement Illimité. 2006. *Complexe de la Romaine. Études océanographiques complémentaires. Observations sur le crabe des neiges et les crabes araignées dans le chenal de Mingan*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Rimouski, ISMER et Environnement Illimité. 46 p. et ann.

Lacasse, J.-P. 2004. *Les Innus et le territoire. Innu Tipenitamun.* Sillery, Septentrion.

Larose, F., et coll. 2001. « La résilience scolaire comme indice d'acculturation chez les autochtones : bilan de recherches en milieux innus ». *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 27, nº 1, p. 151-180.

Lavoie, C. 2000. *Études sur les retards pédagogiques des jeunes innus. Synthèse et recommandations.* Sept-Îles, Institut culturel et éducatif montagnais.

Lavoie, Richard. 1997. *La chasse à la sauvagine, au-delà du plomb et du sang*. Mémoire de maîtrise en histoire. Québec, Université Laval.

Leacock, E. 1954. *The Montagnais "Hunting Territory" and the Fur Trade*. Mémoire nº 78. Washington, American Anthropological Association.

Lorrain, S., J. Gingras et C. Morin. 2006. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Océanographie physique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 157 p. et ann.

Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.

Mailhot, J. 1985. « La mobilité territoriale chez les Montagnais-Naskapis du Labrador ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 15, nº 3, p. 3-11.

Mailhot, J. 1988. *Innu Life Histories Documenting Land Occupancy Patterns in Eastern Québec-Labrador.* Naskapi Montagnais Innu Association. Non publié.

Mailhot, J. 1993. *Au pays des Innus. Les Gens de Sheshatshit.* Montréal, Recherches amérindiennes au Québec. 171 p.

Mailhot, J. 1996. « La marginalisation des Montagnais (1830-1945) ». *In* P. Frenette (dir.). *Histoire de la Côte-Nord*. Québec, Presses de l'Université Laval et Institut québécois de recherche sur la culture, p. 321-357.

Mailhot, J., et S. Vincent. 1980. *Le discours montagnais sur le territoire*. Wendake, Conseil Atikamekw-Montagnais. 215 p.

Mak, A. 2004. *Étude sur la chasse printanière aux oiseaux par les Innus de Ekuanitshit et évaluation sommaire des incidences du déversement de mazout du* Gordon C. Leitch *(mars 1999).* Ekuanitshit, Conseil des Innus de Ekuanitshit.

Massuard, Marie. 2006. *Les ressources naturelles du Nitassinan de Nutashkuan : rapports de pouvoir et avenir de la Première Nation.* Mémoire de maîtrise en anthropologie. Québec, Université Laval.

McNulty, Gerry. 1990. « La chasse et l'univers spirituel des Montagnais ». Non publié.

Mc Rae, M.D. 1993. *Report on the complaints of the Innu of Labrador to the Canadian Human Rights Commission*. Ottawa, Université d'Ottawa, Faculté de droit.

Moreau, L. 1995. *La pauvreté et le décrochage scolaire ou La spirale de l'exclusion*. Québec, Ministère du Revenu du Québec, Direction de la recherche, de l'évaluation et de la statistique. 46 p.

Morneau, F., et R. Benoit. 2005. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Oiseaux de proie.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 64 p. et ann.

Mushuau Innu First Nation. 2006*a. Facility Management*. En ligne : [http://www.mushuau.com/facility_management.htm].

Mushuau Innu First Nation. 2006*b*. *Governance*. En ligne : [www.mushuau.com/governance.htm].

Mushuau Innu Natuashish School. 2007. *Mushuau Innu Natuashish School Staff 2007-2008.* En ligne : [http://www.natuashish.k12.nf.ca/teacher.htm].

Neuman, K. 1998. *L'évolution des revendications territoriales des Innus dans le contexte de la politique canadienne*. Mémoire de maîtrise en anthropologie. Montréal, Université de Montréal.

Panasuk, A.-M., et J.-R. Proulx. 1981. *La résistance des Montagnais à l'usurpation des rivières à saumon par les Euro-Canadiens du 17e et 20e siècle.* Mémoire de maîtrise en anthropologie. Montréal, Université de Montréal.

Parcs Canada. 2000. *Pleins feux sur les Premiers peuples*. Gatineau, Parcs Canada Unité des négociations de traités et des questions concernant les Premières Nations.

Partenariat Mikimon. 2001. *Les femmes autochtones et l'emploi : défis et enjeux des programmes d'employabilité au Québec*. Ottawa, Condition féminine Canada. 100 p. et ann.

Peenamin McKenzie School. 2007. En ligne : [www.peenamin.k12.nf.ca].

Preston, R. 1978. « La relation sacrée entre les Cris et les oies ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 8, no 2, p. 147-152.

Québec, Commission de l'éducation. 2007. *La réussite scolaire des autochtones*. Québec Secrétariat des commissions de l'Assemblée nationale du Québec. 60 p.

Québec, Conseil exécutif. 1928. *Arrêté en conseil no 685*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Conseil exécutif. 1932. *Arrêté en conseil no 104*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Conseil exécutif. 1954. *Arrêté en conseil no 1126*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Conseil exécutif. 1960. *Arrêté en conseil no 1732*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Conseil exécutif. 1964. *Arrêté en conseil no 2106*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Conseil exécutif. 1967. *Arrêté en conseil no 1640*. Québec, Conseil exécutif.

Québec, Ministère de la Faune et des Parcs. 2004. *Les réserves à castor.* Carte (document de travail). Québec, Ministère de la Faune et des Parcs du Québec.

Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP). 2004. *Données sur l'exploitation commerciale des animaux à fourrure sauvages au Québec de 1917 à 2003*. Québec, MRNFP, Direction du développement de la faune.

Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP). 1967. *Le régime de chasse et de pêche s'appliquant aux Indiens*. Québec, MLCP, Service des relations avec les autochtones.

Radio-Canada. 1994. *Revenir sur la terre ferme*. En ligne : [http://archives.cbc.ca/IDC-0-13-1488-9992/desastres_tragedies/davis_inlet/].

Radio-Canada. 2004. *Rien n'est réglé*. En ligne : [http://archives.radio-canada.ca/IDC-0-13-1488-9997/desastres_tragedies/davis_inlet/clip9].

Radio-Canada. 2005. *Pakua Shipi et Saint-Augustin veulent être reliés par un pont*. En ligne : [http://www.radio-canada.ca/regions/est-quebec/2005/11/23/001-pont-augustin.asp] (18 avril 2007).

Regroupement Mamit Innuat. 2002*a*. *Les richesses marines, sources d'une pêche autochtone millénaire et d'une autonomie économique future.* Mémoire présenté à Pêches et Océans Canada dans le cadre de la révision du programme « La Stratégie relative aux pêches autochtones (SRAPA) ». Sept-Îles, Regroupement Mamit Innuat. 7 p.

Regroupement Mamit Innuat. 2002*b*. *Une fenêtre sur la mer du Nitassinan : Pour faire cohabiter les pêches de Mamit Innuat et celles des autres pêcheurs de la Basse-Côte-Nord.* Mémoire présenté à Pêches et Océans Canada dans le cadre de la révision de la politique sur les pêches de l'Atlantique. Sept-Îles, Regroupement Mamit Innuat. 12 p. et ann.

Regroupement Mamit Innuat. 2006. *Rapport annuel 2005-2006.* Sept-Îles, Regroupement Mamit Innuat. 30 p.

Richard, Jean-François. 2006. *La gestion de la faune par les autochtones : l'exemple de l'autogestion du saumon atlantique chez les Innus de Ekuanitshit-Mingan*. Coll. pêches autochtones nº 2. Québec, Université Laval et Centre interuniversitaire d'études et de recherches autochtones. [Réédition du mémoire de maîtrise en anthropologie déposé à l'Université Laval en octobre 2002].

Roche ltée, Groupe-conseil. 1983. *Projet Raglan : étude d'impact sur l'environnement.* Toronto, Falconbridge. 591 p.

Roche ltée, Groupe-conseil. 2003. *Aménagement hydroélectrique de la rivière Toulnustouc. Suivi environnemental 2003. Communauté de Betsiamites*. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-conseil..

Roche ltée, Groupe-conseil. 2004. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnustouc. Suivi environnemental 2003. Communauté de Betsiamites*. Préparé pour Hydro-Québec. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-conseil. 61 p.

Rodon, T. 1992. *Parcs nationaux et revendications territoriales autochtones au Canada : analyse des acteurs, stratégies et enjeux.* Mémoire de maîtrise en aménagement du territoire et développement régional. Québec, Université Laval.

Roy, B. 2005. « Alcool en milieu autochtone et marqueurs identitaires meurtriers ». *Drogues, santé et société*, vol. 4, nº 1.

Sachel, A., et P. Charest. 1990. *La Moyenne Côte-Nord, deux communautés : une route. Étude d'impacts sur l'utilisation du territoire et des ressources dans le cadre de la prolongation de la route 138 entre Havre-Saint-Pierre et la rivière Pashashibou*. Wendake, Conseil Atikamek-Montagnais.

Salé, D., et coll. 2006. *Quality of Life of Aboriginal People in Canada. An Analysis of current Research.* Montréal, Institut de recherche en politiques publiques. 38 p.

Samson, C., et coll. 1999. *Canada's Tibet, the killing of the Innu.* Londres, Survival for tribal peoples. 50 p.

Savard, R. 1974. *Carcajou et le sens du monde, récits Montagnais-Naskapi.* Série Cultures amérindiennes. Québec. Québec, Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Scott, Colin. 1989. « Knowledge Construction among Cree Hunters : Metaphors and Litteral Understanding ». *Journal de la Société des Américanistes*, nº 75, p. 193-208.

Sénéchal, H., R. Benoit, A. Chouinard, A. Maloney et F. Bédard. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de la faune aviaire. Zone d'influence du panache d'eau douce de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, FORAMEC. 189 p. et ann.

Speck, F.G. 1931. « Montagnais-Naskapi Bands and Early Eskimo Distribution in the Labrador Peninsula ». *American Anthropologist*, vol. 33, nº 4, p. 557-600.

Speck, F.G. 1935. *Naskapi. The Savage Hunters of the Labrador Peninsula*. Norman, University of Oklahoma Press. Réimpression en 1977.

Speck, F.G., et L.C. Eisely. 1942. « Montagnais-Nascapi Bands and family hunting districts of the Central and Southeastern Labrador Peninsula ». *Proceedings of American philosohical society*, nº 85, p. 215-242.

Statistique Canada. 1986. *Profil et recensement des communautés*. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 1996. *Profil et recensement des communautés*. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 2001. *Profil et recensement des communautés*. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 2005. *Division nº10. Profils de la population autochtone du recensement de 2001.* Numéro de catalogue 94F0043XIF. Diffusé le 17 juin 2003. Date de modification : 30 nov. 2005. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 2007*a*. *Natuashish 2, Terre-Neuve-et-Labrador. Profils des communautés de 2006, recensement de 2006*. Tableau. Numéro de catalogue 92-591-xwf. Diffusé le 13 mars 2007. Ottawa, Statistique Canada.

Statistique Canada. 2007*b*. *Profil des communautés*. Données de 2002 à 2006. En ligne : [http://www.statcan.ca].

Tanner, A. 1977. *Indian Land Use and Land tenure in Southern Labrador.* Naskapi Montagnais Innu Association. Non publié.

Tanner, V. 1944. « Outlines of the Geography Life and Customs of Newfoundland-Labrador ». *Acta Geographica*, vol. 3, nº 1, 905 p.

Taylor, J.G. 1979. « L'exploitation du caribou par les Inuit de la côte du Labrador ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 9, nºs 1-2, p. 71-81.

Tecsult. 2005*a*. *Complexe de la Romaine. Étude de la grande faune*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Tecsult. 2005*b*. *Complexe de la Romaine. Inventaire de l'utilisation par la faune des milieux humides, des espèces fauniques menacées ou vulnérables et des colonies de castors*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Tecsult. 2006. *Complexe de la Romaine. Caractérisation des sites de mise bas du caribou*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, Tecsult. Pag. multiple.

Terre-Neuve-et-Labrador. 2007. « Le nouveau gouvernement du Canada et le gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador financeront la construction d'une école dans la Première Nation innue de Sheshatshiu ». En ligne : [www.releases.gov.nl.ca/releases/2007/laa/0405n07fr.htm].

Thibodeau, J.-C., et A.-M. Charlebois. 1991. *Politique d'embauche sur le projet Hydro-électrique Limestones au Manitoba.* Montréal, Institut national de la recherche scientifique – Urbanisation. 22 p. et ann.

Tourisme Côte-Nord. 2006. *Duplessis. La Côte-Nord à l'état pur.* En ligne : [http://www.tourismecote-nord.com/PDF/carte_motoneige_duplessis] (22 février 2007).

Urbanex. 1991*a*. *Projet d'aménagement de la rivière Sainte-Marguerite - Évaluation des impacts économiques et sociaux. Chapitres 5 et 6 révisés. Version finale.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Urbanex. 96 p. et ann.

Urbanex. 1991*b*. *Projet d'aménagement de la rivière Sainte-Marguerite. Évaluation des impacts économiques et sociaux. Rapport final. Annexes*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Urbanex.

Urbanex. 1992*a*. *Les résidents des communautés autochtones, l'emploi et la formation. Le Nord-Ouest canadien. Expériences des organismes gouvernementaux et des entreprises privées*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Urbanex. 108 p. et ann.

Urbanex. 1992*b*. *Plan directeur de développement économique. Communauté Montagnaise de Mingan. Rapport final.* Préparé pour le Comité d'adaptation de la main-d'œuvre de Mamit Innuat. Québec, Urbanex. 251 p. et ann.

Vachon, D. 1985. *L'histoire montagnaise de Sept-Îles*. Québec, Éditions Innu. 142 p.

Vincent, S. 1973. « Structure du rituel : la tente tremblante et le concept de mista-pe-w ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 3, nos 1-2, p. 69-83.

Vincent, S. 1999. *Les terres, l'Avenir et le projet d'aménagement du fleuve Churchill*. Sept-Îles, Assemblée Mamu Pakatatau Mamit.

Vincent, S. 2006. « Se dire Innu hier et aujourd'hui : l'identité est-elle territoriale ? » *In Actes du colloque L'autochtonie en question : regards croisés France / Québec.* Paris, École des Hautes Études en Sciences Sociales.

Vincent Roquet & Associés. 2002. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1999-2001 et bilan 1994-2001. Impacts sociaux*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Vincent Roquet & Associés. 107 p. et ann.

Voisey's Bay Nickel Company Limited (VBNC). En ligne : [www.vbnc.com/].

Walsh, G. 1984*a*. *Exploitation et aménagement des ressources fauniques par les Indiens Montagnais du Québec. Estimation du niveau de récolte des Montagnais de La Romaine.* Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Walsh, G. 1984*b*. *Exploitation et aménagement des ressources fauniques par les Indiens Montagnais du Québec. Estimation du niveau de récolte des Montagnais de Mingan*. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Walsh, G. 1984*c*. *Exploitation et aménagement des ressources fauniques par les Indiens Montagnais du Québec. Estimation du niveau de récolte des Montagnais de Natashquan*. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Walsh, G. 1984*d*. *Exploitation et aménagement des ressources fauniques par les Indiens Montagnais du Québec. Estimation du niveau de récolte des Montagnais de Saint-Augustin*. Québec, Université Laval, Centre d'études nordiques.

Walsh, G. 1990. « La récolte faunique ». *In* P. Charest, J. Huot et G. McNulty. *Les Montagnais et la faune*. Québec, Université Laval, p. 1-6

M26 Archéologie

- Historique des recherches
- Étude du potentiel archéologique
- Inventaire archéologique
- Références

Les données archéologiques recueillies selon la méthode décrite ci-après sont présentées dans les études sectorielles suivantes :

- Archéotec. 2006*b*. *Complexe de la Romaine. Inventaire archéologique 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Archéotec, 289 p.
- Archéotec. 2006*a*. *Complexe de la Romaine. Interventions archéologiques 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 2 vol. Montréal, Archéotec.
- Archéotec. 2004. *Complexe de la Romaine. Aménagements hydroélectriques Romaine 1, 2, 3 et 4. Parcs à carburant et stations limnimétriques. Inventaire archéologique, mai 2003*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Archéotec, 6 p. et ann.

M26.1 Historique des recherches

Jusqu'en 1978, tous les travaux archéologiques menés dans le bassin de la rivière Romaine concernent des segments de la côte du golfe du Saint-Laurent et des îles de l'archipel de Mingan. En 1978, à la demande du Conseil de bande de Mingan, l'archéologue Gilles Samson accompagne quelques Innus de Mingan et recueille des informations sur des sites des lacs Brûlé et Lozeau ainsi que sur la rivière Romaine, entre le lac Lozeau et la confluence de la Petite rivière Romaine, d'une part, et entre la Grande Chute et l'embouchure, d'autre part.

En 1979, à la demande d'Hydro-Québec, Archéotec étudie le potentiel archéologique des bassins des rivières Romaine et Saint-Jean. Une recherche historique ainsi qu'une étude de l'utilisation du territoire par les communautés eurocanadiennes sont aussi réalisées.

En 1999, Archéotec effectue une étude sur le potentiel archéologique du bassin de la rivière Romaine et du lac Atikonak pour le compte d'Hydro-Québec. Deux inventaires archéologiques sont aussi réalisés à l'automne 1999 dans des secteurs alors visés par des aménagements ainsi qu'à divers endroits en amont de l'aménagement de la Romaine-4.

En 2001, Archéotec réalise pour Hydro-Québec un inventaire archéologique dans le secteur de la Romaine-1 ainsi qu'à divers endroits en amont du barrage projeté et de la route menant aux ouvrages de la Romaine-1.

En 2003, Archéotec réalise pour Hydro-Québec un inventaire archéologique dans les secteurs des parcs à carburants des aménagements de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 ainsi qu'aux emplacements de certaines stations limnimétriques.

En 2004 et en 2005, toujours pour Hydro-Québec, Archéotec dresse un inventaire de toutes les zones à potentiel archéologique des secteurs de la Romaine-1, de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 touchées par les travaux ou

ouvrages suivants : relevés géotechniques, stations limnimétriques, centrales, barrages, digues, bancs d'emprunt, réservoirs et accès aux ouvrages de la Romaine-1 et de la Romaine-2. Quelques zones susceptibles d'être perturbées par les accès aux aménagements de la Romaine-3 et de la Romaine-4 n'ont pas encore été inventoriées, mais devraient l'être en 2006 ou en 2007.

M26.2 Étude du potentiel archéologique

Pour caractériser le potentiel archéologique du territoire à l'étude, on a analysé les cartes topographiques à l'échelle de 1 : 250 000 et de 1 : 50 000 afin de déceler les grandes caractéristiques environnementales susceptibles d'avoir influencé les modalités de l'occupation humaine. On a également dépouillé les cartes produites par les arpenteurs et par les géologues qui ont exploré le bassin de la Romaine aux XIX^{e} et XX^{e} siècles afin de recueillir des informations sur les portages, sur les sépultures et sur les lieux de campement. Les textes historiques décrivant des séjours sur le territoire de la Romaine ont été analysés. Le récit que le père Louis Babel a fait de son périple entre Mingan et le fleuve Churchill en 1868 a été particulièrement utile, car l'auteur a dessiné des croquis de plusieurs tronçons de la rivière Romaine en amont de la confluence de la Petite rivière Romaine. En septembre 1999, un survol en hélicoptère a permis de préciser la délimitation des zones à potentiel archéologique sur l'ensemble du territoire à l'étude.

Pour mieux comprendre les phénomènes archéologiques et faciliter les travaux sur le terrain, on a découpé la zone d'étude en trois régions, qui correspondent aux bassin inférieur (région 1), au bassin intermédiaire (région 2) et au bassin supérieur (région 3) de la Romaine.

Dans chaque région, des secteurs ont été délimités en fonction d'unités physiographiques plus ou moins homogènes : segment de rivière, lac ou portion de lac, interfluve, etc. À l'intérieur de chacun des secteurs, on a identifié des zones à potentiel archéologique à l'aide de photographies aériennes (échelle de 1 : 15840). Un grand nombre de lieux propices à une occupation humaine ancienne ou récente ont été repérés à partir de plusieurs critères : accessibilité, présence de surfaces d'accueil et proximité de ressources fauniques. Chaque zone à potentiel archéologique a reçu un numéro d'identification. Ainsi, la zone 3.2.8 est la huitième zone du secteur 2 de la région 3.

M26.3 Inventaire archéologique

Les inventaires archéologiques ont pour but de repérer les témoins d'une présence humaine. Toutes les époques sont concernées, de la préhistoire au XX^{e} siècle. Les équipes de terrain sont composées d'archéologues et d'Innus de Mingan et de Natashquan. La présence des Innus est importante, car leur connaissance du milieu permet d'affiner l'analyse du potentiel archéologique et de modifier au besoin la forme et l'étendue des zones jugées intéressantes.

La recherche des témoins archéologiques relève de deux méthodes : l'inspection visuelle de la surface, pour repérer les indices d'une présence humaine plus récente, et le creusement de sondages, pour repérer les indices plus anciens maintenant enfouis. La densité des sondages varie selon les caractéristiques de la zone : densité du couvert forestier, surface inégale, présence de blocs ou de dunes, nombre et présence de chablis. Un sondage mesure ordinairement 50 cm sur 50 cm et permet d'échantillonner une superficie de 25 m^2 à 50 m^2. Lorsque des témoins archéologiques sont mis au jour (artefacts, restes culinaires, foyers, aménagement domestique, etc.), on effectue des sondages supplémentaires afin de circonscrire le site. Les informations recueillies sur chacun des sites sont consignées sur des fiches standard, et l'emplacement précis est établi à l'aide de récepteurs GPS. Les sites archéologiques sont désignés selon le code Borden, le système de codification canadien. Les lieux d'occupation récente sont également consignés, mais ne sont pas considérés comme des sites archéologiques s'ils sont postérieurs à 1950.

Toutes les interventions sur le terrain ont été menées en vertu de permis de recherche archéologique du ministère de la Culture et des Communications du Québec et ont fait l'objet de rapports détaillés.

M26.4 Références

Archéotec. 1979. *Étude de l'utilisation des ressources du territoire de la Romaine, de la période préhistorique à la période contemporaine*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Archéotec.

Archéotec. 2000*a*. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude de faisabilité. Étude du potentiel archéologique*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Archéotec. 122 p. et ann.

Archéotec. 2000*b*. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude de faisabilité. Interventions archéologiques 1999 dans le bassin supérieur de la rivière Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Archéotec.

Archéotec. 2000*c*. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Étude de faisabilité. Interventions archéologiques 1999 dans les secteurs des aménagements à l'étude*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Archéotec. 213 p.

Archéotec. 2002. *Projet d'aménagement hydroélectrique Romaine I. Réservoir Romaine et aires d'investigations géotechniques. Interventions archéologiques 2001*. Préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Archéotec.

Archéotec. 2004. *Complexe de la Romaine. Aménagements hydroélectriques Romaine 1, 2, 3 et 4. Parcs à carburant et stations limnimétriques. Inventaire archéologique, mai 2003*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Archéotec. 6 p. et ann.

Archéotec. 2006*a*. *Complexe de la Romaine. Interventions archéologiques 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 2 vol. Montréal, Archéotec.

Archéotec. 2006*b*. *Complexe de la Romaine. Inventaire archéologique 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Archéotec. 289 p.

Chevrier, D. 1996. « Les premières populations humaines : 8 500 à 2 000 ans avant aujourd'hui ». *In* P. Frenette (dir.). *Histoire de la Côte-Nord*. Québec, Institut québécois de recherche sur la culture, p. 73-104.

Low, A.P. 1896. *Report on Explorations in the Labrador Peninsula along the Eastmain, Koksoak, Hamilton, Manicuagan and Portions of other Rivers in 1892-93-94-95*. Vol. VIII, rapport nº L. Ottawa, Commission géologique du Canada.

McCaffrey, M.T. 1989. « L'acquisition et l'échange de matières lithiques durant la préhistoire récente : un regard vers la fosse du Labrador ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. XIX, nos 2-3.

Samson, G. 1979. *Rapport de reconnaissance du territoire de chasse des Montagnais de Mingan (lacs Brûlé et rivière Romaine)*. Préparé pour le ministère des Affaires culturelles du Québec et le Conseil de bande de Mingan. Québec, Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Somcynsky, P. 1992*a*. *Fouille du site préhistorique de la sépulture Middlesex EbCx-64, sur la rive ouest de la rivière Mingan. Les dépressions C, F et G.* Québec, Ministère des Affaires culturelles du Québec. 20 p.

Somcynsky, P. 1992*b*. *Plan quinquennal d'intervention archéologique sur les traces de lignes électriques de la région de Mingan. Phase 1990-91 : fouilles à EbCx-65 et autres expertises*. Québec, Conseil Attikamek-Montagnais. 56 p.

Somcynsky, P. 1992*c*. *Plan quinquennal d'intervention archéologique sur les tracés de lignes électriques de la région de Mingan. Phase 1991-92 : fouilles à EbCx-65 et à EbDa-45 et autres expertises*. Montréal, Hydro-Québec. 81 p.

Somcynsky, P. 1993. *Plan quinquennal d'intervention archéologique sur les tracés de lignes électriques de la région de Mingan. Phase 1992-1993 : reconnaissance des secteurs 2, 3 et 4*. Montréal, Hydro-Québec. 90 p.

Somcynsky, P. 1994. *Plan quinquennal d'intervention archéologique sur les tracés de lignes électriques de la région de Mingan. Phase 1993-94 : fouilles à EbCx-65.9 et Ebcx-66 et reconnaissance en secteurs 2, 3 et 4*. Montréal, Hydro-Québec. 63 p.

Tremblay, H. (rech. et transcr.). 1977. *Journal des voyages de Louis Babel (1866-1868)*. Coll. Tekouerimat 4. Montréal, Presses de l'Université du Québec.