

Dérivation partielle de la rivière Manouane

Complément du rapport d'avant-projet

Réponses aux questions et aux commentaires
du ministère de l'Environnement du Québec

Dérivation partielle de la rivière Manouane

Complément du rapport d'avant-projet

Réponses aux questions et aux commentaires
du ministère de l'Environnement du Québec

Ce document complète le rapport d'avant-projet soumis en mai 2000 au ministre d'État des Ressources naturelles dans le cadre du processus de demande d'un décret autorisant la construction d'ouvrages de dérivation partielle sur la rivière Manouane, conformément à la Loi sur Hydro-Québec.

Ce document est également soumis au ministre de l'Environnement du Québec et contient les renseignements complémentaires nécessaires à la demande d'un certificat d'autorisation du gouvernement du Québec, conformément aux articles 31.1 et 31.4 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Le présent document a été préparé par :

- groupe – Ingénierie, approvisionnement et construction
- groupe – Production

Avec la collaboration de :

- direction principale – Communication
- direction principale – Technologies de l'information

Introduction

Ce document contient les réponses aux questions et aux commentaires que la Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels en milieu hydrique a formulés dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane. Il contient également les réponses aux questions et aux commentaires recueillis auprès d'autres directions du ministère de l'Environnement et auprès d'autres ministères.

Afin de faciliter le travail des analystes, la structure du document *Questions et commentaires, Projet de dérivation partielle de la rivière Manouane*, daté de septembre 2000, a été conservée. Les regroupements thématiques effectués par le ministère de l'Environnement ont été repris intégralement et constituent les divers chapitres du présent complément du rapport d'avant-projet. À l'intérieur des chapitres, chaque question ou commentaire est reproduit textuellement, en italiques, suivi de la réponse ou de la précision nécessaire.

Table des matières

Introduction	iii
---------------------------	-----

Questions et commentaires généraux

<i>QC-1 – Impact du retour des crues naturelles dans la rivière Manouane</i>	1
<i>QC-2 – Accroissement des écarts de débit moyen entre avril et mai</i>	3
<i>QC-3 – Calculs des gains d'habitat sans mesures de compensation</i>	4
<i>QC-4 – Liens entre les trois projets de dérivation vers la rivière Betsiamites</i>	4
<i>QC-5 – Autorisations diverses à obtenir pour la réalisation des travaux</i>	5
<i>QC-6 – Publication d'un résumé vulgarisé de l'étude d'impact</i>	5

Justification du projet

<i>QC-7 – Complément d'information</i>	7
--	---

Régime hydrologique et hydrodynamique

<i>QC-8 – Valeur minimale des débits de crue</i>	9
<i>QC-9 – Utilisation de l'évacuateur de crues du réservoir Manouane</i>	9
<i>QC-10 – Débit correspondant au niveau maximal du réservoir du Grand Détour</i>	10
<i>QC-11 – Cote du réservoir et coût de réalisation</i>	10
<i>QC-12 – Répercussions sur la rivière Manouane et la rivière aux Hirondelles</i>	11
<i>QC-13 – Données complémentaires au tableau 2.7 du rapport d'avant-projet</i>	11
<i>QC-14 – Gain énergétique net</i>	13
<i>QC-15 – Fréquence des déversements vers la rivière Manouane et manœuvres à effectuer</i>	13
<i>QC-16 – Protection en enrochement et débits de crue</i>	14
<i>QC-17 – Modifications hydrodynamiques et rehaussement de deux ponts</i>	14
<i>QC-18 – Dommages consécutifs à la rupture du barrage ou des digues</i>	14
<i>QC-19 – Mesures d'atténuation des km 50 et 83 et programme général des travaux</i>	15
<i>QC-20 – Cote d'arasement du batardeau situé en amont du barrage</i>	15
<i>QC-21 – Éclaircissements concernant certains débits</i>	16
<i>QC-22 – Niveaux actuels et projetés du lac Duhamel</i>	16
<i>QC-23 – Extrapolations concernant la baisse des niveaux</i>	17
<i>QC-24 – Superficie exondée dans quatre tronçons de la rivière Manouane</i>	18
<i>QC-25 – Action du vent sur les berges du réservoir</i>	22
<i>QC-26 – Conditions d'écoulement dans la rivière aux Hirondelles</i>	23
<i>QC-27 – Niveau du réservoir Pipmuacan après aménagement</i>	24
<i>QC-28 – Données d'évaluation des modifications possibles de la couverture de glace</i>	25

Description du projet

<i>QC-29 – Cote de crête du batardeau à ériger en amont de la digue n° 2</i>	27
<i>QC-30 – Solution de rechange à l'utilisation de gabions à l'extrémité de la digue n° 1</i>	27

QC-31 – Éléments de la légende de la figure 2.9 absents de la figure elle-même	27
QC-32 – Solution de rechange à l'utilisation de gabions au seuil de mesure	28
QC-33 – Plans et coupes types des épis à ériger comme mesures d'atténuation	28

Débit réservé écologique

QC-34 – Analyse économique du choix d'un débit réservé écologique de 3 m ³ /s	29
QC-35 – Maintien du débit réservé écologique pendant le remplissage du réservoir	30
QC-36 – Omble de fontaine et synthèse des valeurs de débit réservé écologique	30
QC-37 – Débit réservé écologique et autres débits	31
QC-38 – Variations mensuelles et valeur du débit réservé écologique	32

Érosion et régime sédimentaire

QC-39 – Régime érosion-sédimentation et modifications de l'habitat du poisson	33
QC-40 – Encaissement des tributaires de la rivière Manouane et accessibilité	34
QC-41 – Accessibilité et intégrité de la frayère de la rivière Houlière	35

Régime thermique

QC-42 – Données de caractérisation du régime thermique de la rivière Manouane	37
QC-43 – Impacts de la diminution de température de l'eau près du point de coupure	40
QC-44 – Impacts prévus sur les poissons	40
QC-45 – Hausse imperceptible de la température de l'eau du lac Duhamel	44
QC-46 – Effets des changements de régime thermique sur la faune aquatique	47

Qualité de l'eau

QC-47 – Méthode d'estimation de la variation du pH	49
QC-48 – Diminution de la saturation en oxygène dans la rivière Manouane	49

Végétation aquatique et riveraine

QC-49 – Impacts des modifications à la végétation aquatique et riveraine	51
QC-50 – Déboisement et nettoyage du futur réservoir	52
QC-51 – Superficies de végétation aquatique et riveraine ennoyées	52
QC-52 – Inondation et lessivage des nouvelles berges par les crues printanières	53

Plancton et benthos

QC-53 – Comparaisons entre la rivière Manouane et les rivières Eastmain et Opinaca	55
QC-54 – Réduction du débit et déficit d'organismes benthiques en aval du point de coupure	56
QC-55 – Ampleur des gains et des pertes sur le plancton et le benthos	57

Poisson

Habitat et communauté

QC-56 – Méthode de détermination des pertes et des gains d'habitat	61
QC-57 – Provenance des données d'inventaire des jeunes ouananiches	62
QC-58 – Méthode de caractérisation des frayères	62
QC-59 – Rareté de l'omble de fontaine dans les rivières Manouane et Péribonka	63
QC-60 – Habitats favorables à l'omble de fontaine dans la zone touchée par le projet	65
QC-61 – Perte par exondation de superficies de frayères à ouananiche	68
QC-62 – Rapport sectoriel sur les poissons	71
QC-63 – Modifications du régime thermique	71
QC-64 – Hausse de la température estivale de l'eau et doré jaune	71
QC-65 – Effets de la hausse de production du doré jaune sur les autres espèces	72
QC-66 – Expansion des populations de poissons-proies et effets sur les autres espèces	73
QC-67 – Exclusion de certaines données dans le bilan de production du grand brochet et du grand corégone	74
QC-68 – Augmentation des aires d'engraissement et récolte potentielle de ouananiche	74

Mercure

QC-69 – Augmentation de la biomasse récoltable et restrictions de consommation	75
QC-70 – Hypothèses de calcul et scénarios d'évolution de la teneur en mercure	77
QC-71 – Exportation des teneurs en mercure	78
QC-72 – Mercure et maillons supérieurs de la chaîne alimentaire	80

Faune avienne

QC-73 – Temps de reconstitution d'une berge et de la végétation riveraine	83
---	----

Rivière Betsiamites et réservoir Pipmuacan

QC-74 – Régime thermique et régime des glaces de la rivière Betsiamites	85
QC-75 – Modes de gestion actuel et futur du réservoir	88
QC-76 – Habitats du poisson dans la rivière aux Hirondelles	89
QC-77 – Travaux de réfection aux centrales de la Betsiamites et simulation des apports	90
QC-78 – Rapport du Comité technique sur le saumon de la rivière Betsiamites	91
QC-79 – Effets du projet sur l'élevage du saumon atlantique dans la rivière Betsiamites	92
QC-80 – Ressources du milieu aquatique en aval de la centrale de la Bersimis-2 et dans l'estuaire de la Betsiamites	93

Communautés autochtones

QC-81 – Désignation correcte des réserve à castors	105
QC-82 – Grille d'entrevue sur l'utilisation du territoire en milieu autochtone	105
QC-83 – Économie domestique	108
QC-84 – Renvoi à l'annexe O	109
QC-85 – Répartition et intensité des autres activités pratiquées par les autochtones	109
QC-86 – Baisse de niveau d'eau et pêche au filet	110
QC-87 – Impact des niveaux futurs du lac Patrick sur le lot de piégeage 137	111

Impacts résiduels

<i>QC-88 – Diminution du débit dans les chutes des km 67 et 69</i>	113
<i>QC-89 – Pêche sportive et teneurs en mercure dans la chair des poissons</i>	115

Villégiature

<i>QC-90 – Compensation financière pour les chalets situés dans la zone ennoyée</i>	117
---	-----

Retombées économiques

<i>QC-91 – Retombées économiques en région et dans les grands centres</i>	119
---	-----

Mesures d'atténuation et de compensation

<i>QC-92 – Dépôt des plans et des coupes types des ouvrages à construire</i>	121
<i>QC-93 – Réaménagements prévus et ouvrages proposés pour la protection des frayères</i>	121
<i>QC-94 – Emplacement exact de trois nouvelles frayères</i>	123
<i>QC-95 – Installation d'incubateurs à courant ascendant comme mesure de compensation</i>	123
<i>QC-96 – Abaissement de niveau du lac Patrick</i>	124
<i>QC-97 – Mesures de protection contre l'érosion dans la rivière aux Hirondelles et le réservoir du Grand Détour</i>	124

Impacts cumulatifs

<i>QC-98 – Traitement plus approfondi des effets cumulatifs</i>	127
<i>QC-99 – Mise à jour des prévisions de coupes forestières</i>	127
<i>QC-100 – Difficultés d'accès au territoire</i>	128
<i>QC-101 – Coupes forestières et utilisation des ressources par les autochtones</i>	129

Suivi

<i>QC-102 – Séances d'information ou de consultation pour les autochtones</i>	131
<i>QC-103 – Programme de suivi environnemental</i>	131

Bibliographie	133
----------------------------	-----

Annexe A

Avis technique concernant la rupture du barrage

Annexe B

Données de caractérisation du régime thermique

Liste des tableaux

1	Analyse environnementale comparative des modes d'évacuation	12
2	Superficies exondées en différentes périodes de l'année.....	19
3	Réduction de la largeur utile des zones de fraie à la fin de l'hiver.....	20
4	Hauteur des vagues en fonction de la vitesse du vent et compte tenu d'un fetch de 3,5 km.....	22
5	Synthèse des valeurs de débit	31
6	Température de l'eau mesurée à la station MANO0657, distribution des observations horaires. par tranches de 1 °C	41
7	Température de l'eau adaptée pour le km 61 de la rivière Manouane, distribution des observations horaires par tranches de 1 °C	42
8	Superficies d'habitats disponibles pour l'élevage de l'omble de fontaine dans l'ensemble des plans d'eau touchés par le projet	66
9	Pourcentage de réduction de la largeur du chenal dans les frayères à ouananiche entre le moment de la fraie et l'étiage hivernal	69
10	Évaluation des pertes de superficies de fraie pour la ouananiche.....	70
11	Calcul du taux d'exportation de mercure en aval du réservoir du Grand Détour.....	79
12	Scénario de gestion des débits proposé pour l'habitat du saumon de la rivière Betsiamites à l'aval de la centrale de la Bersimis-2	91
13	Espèces de poissons présentes en aval de la centrale de la Bersimis-2.....	94
14	Superficies et proportions des différents types d'habitats disponibles dans la portion facilement accessible du bassin de la rivière Betsiamites	100
B-1	Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0657 pour 1999.....	B-2
B-2	Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0657 pour 2000.....	B-3
B-3	Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0658 pour 1999.....	B-4
B-4	Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0658 pour 2000.....	B-5

Liste des figures

1	Confluence des rivières Houlière et Manouane	35
2	Données de température enregistrées au km 93 de la rivière Manouane	38
3	Données de température enregistrées au km 97 de la rivière Manouane	39
4	Évolution saisonnière de la température de l'eau dans les rivières Betsiamites (km 65) et Boucher en 1992	87
5	Chute sous un débit de crue de 108 m ³ /s	114
6	Chute sous un débit de 45 m ³ /s	114
7	Croquis d'un déflecteur	122
8	Croquis d'un épi	122
	Planche 1 : Température de l'eau relevée aux km 93,4 et 98 de la rivière Manouane en 1999, débit de la rivière et température de l'air à Roberval	B-7
	Planche 2 : Température de l'eau relevée aux km 93,4 et 98 de la rivière Manouane en 2000, débit de la rivière et température de l'air à Roberval	B-9

Questions et commentaires généraux

QC-1 – Impact du retour des crues naturelles dans la rivière Manouane

La gestion des eaux dérivées du réservoir du Grand Détour vers le réservoir Pipmuacan prévoit le retour de crues normales ou naturelles dans la rivière Manouane environ une fois tous les sept ans. Cette remontée importante du débit printanier pourrait avoir des impacts sur les nouveaux écosystèmes qui se créeront dans les tronçons à débit réduit. L'initiateur de projet devra donc décrire les impacts de ce retour sur l'habitat du poisson (lit du cours d'eau, faciès d'écoulement, végétation riveraine, etc.) et sur la faune aquatique (communautés piscicoles, cycle de vie, benthos, etc.) dans le secteur immédiatement en aval des ouvrages de retenue ainsi qu'ailleurs dans le cours de la rivière.

Réponse

On ne s'attend pas à une modification des faciès d'écoulement par suite d'une crue septennale, car les faciès actuels ont été modélés par des crues récurrentes de même amplitude. On peut présumer que de nouvelles zones de sédimentation de substrats fins apparaîtront près du point de coupure avec le ralentissement des vitesses d'écoulement. La venue d'une crue normale aura pour effet de ramener périodiquement le secteur situé près du point de coupure à des caractéristiques semblables aux caractéristiques actuelles en lessivant par endroits les substrats plus fins qui s'y seront accumulés pendant les années de plus faibles crues. Ce lessivage pourrait occasionner une certaine turbidité dans le bief aval. Cette turbidité sera limitée, car le milieu est déjà façonné et stabilisé par des crues de même amplitude ; il ne fournit donc pas d'emprise aux forces érosives de ce flux hydraulique plus important. De plus, la présence de végétation dans cette plaine littorale étendue limitera la turbidité en accélérant la sédimentation des particules en suspension.

Selon Teskey et Hinckley (1977), l'impact d'une inondation printanière de grande amplitude comme celle qui sera engendrée par le projet (courte durée au tout début de la saison de croissance des plantes) se traduit par l'altération des semis d'espèces herbacées strictement terrestres ou peu tolérantes qui se seront établies au cours des années précédentes, le degré d'altération étant lié à la profondeur de mise en eau des semis. Les espèces ligneuses peuvent montrer des signes d'altération, mais l'apparition de symptômes est fonction de la durée de l'inondation et de la tolérance des espèces. On assiste généralement à une reprise rapide après l'inondation.

Pour ces raisons, le retour d'une crue normale à tous les sept ans favorisera le maintien d'une bande de végétation hygrophile (inondable) plus large. En effet, la portion arbustive (aulnaie surtout) qui caractérise l'étage situé à la limite actuelle des hautes eaux printanières ne serait pas entièrement remplacée, à long terme, par un milieu strictement terrestre, et on sait que

l'étage inférieur de la berge sera en expansion. Théoriquement, en absence d'inondation printanière, le milieu offre durant les premières années une opportunité d'implantation aux espèces végétales peu tolérantes à l'humidité. Dans les faits, l'aulnaie laisse cependant filtrer peu de lumière, d'où une strate herbacée relativement peu développée. De plus, l'absence d'inondation ne signifie pas pour autant la disparition de l'aulnaie, puisque sa présence peut être conditionnée, en outre, par un mauvais drainage et la capacité du sol à retenir l'humidité. Le retour d'une crue à tous les sept ans aura pour effet d'humidifier périodiquement les sols, de noyer les semis herbacés terrestres et de limiter la colonisation et le remplacement de l'aulnaie (et autres espèces hygrophiles) par des espèces terrestres. Dans ces conditions, on estime que même, à long terme, la bande de végétation typiquement riveraine sera plus large par endroits que dans les conditions actuelles.

Ainsi, la mise en eau périodique de cette large bande riveraine aura des effets positifs sur la production de plancton et de benthos, car il en résultera une remise en circulation plus importante de nutriments dans la chaîne alimentaire, comme lors de la mise en eau des réservoirs. Également, on peut assister à une exportation d'organismes planctoniques et benthiques en provenance du réservoir (Nestler et coll., 1986). Cette plus grande disponibilité de ressources alimentaires pour les poissons se produit au moment de la fraie printanière des espèces phytophiles (notamment le grand brochet) qui bénéficient également d'une plus grande surface d'habitat de fraie accessible par rapport aux conditions normales. Les nouveaux alevins peuvent ainsi bénéficier de surface d'abri et de ressources alimentaires plus importantes, d'où la production de fortes cohortes (Machniak, 1975).

Plus loin en aval du point de coupure, les alevins de ouananiche qui émergent du substrat à la même période et les fretins de cette espèce qu'on retrouve dans les aires d'engraissement bénéficieront également de la biomasse planctonique et benthique produite localement et qui provient de l'amont. Les alevins de doré jaune, qui dépendent beaucoup de la production zooplanctonique pour leur survie printanière, pourraient montrer un taux de survie plus important durant les années de retour de la crue normale. Les poissons adultes qui ne fraient pas au printemps pourront montrer un taux de croissance plus important durant ces années.

L'expansion de la bande de végétation riveraine aura des effets bénéfiques sur la faune avienne, puisqu'il est connu que ce type d'habitat est fortement utilisé.

QC-2 – Accroissement des écarts de débit moyen entre avril et mai

De même, le débit moyen de la rivière Manouane passe actuellement de 26 m³/s au mois d'avril à 129 m³/s au mois de mai, soit un débit environ six fois supérieur. Suite à la dérivation partielle de la rivière, le débit moyen passera de 3,5 m³/s en avril à 46 m³/s en mai, soit un débit environ 13 fois supérieur. L'initiateur de projet devra décrire l'impact de cette hausse de l'écart entre les débits du mois d'avril à mai sur la faune piscicole et benthique dans le secteur aval du barrage projeté et de la rivière en général, ainsi que sur la recolonisation par la végétation aquatique et riveraine.

Réponse

Chez les poissons, les espèces de petite taille et les juvéniles qui peuplent les faciès d'écoulement lotique près du point de coupure pourraient être entraînés plus en aval au moment de l'augmentation du débit. Dans les faciès d'écoulement lotique situés près du barrage, les vitesses d'écoulement passeront de 1,4 m³/s à 1,9 m³/s, et le niveau augmentera d'environ 0,3 m avec la montée de la crue. Plus en aval, au km 87,7, les vitesses maximales passeront de 0,3 à 1,2 m/s ; comme on l'observe en conditions naturelles, le débit de la rivière augmentera au rythme de la montée de la crue.

Dans les tronçons plus larges avec des berges en pente faible, les espèces de petite taille et les juvéniles pourront trouver abri dans la bande arbustive ennoyée. Les poissons benthivores peuvent bénéficier de la dérive d'invertébrés issue du lessivage des substrats fins et des apports en provenance du réservoir (Doyon et coll., 1994a). L'amplitude relative de la crue devrait favoriser le nettoyage du substrat de fraie chaque printemps pour les espèces lithophiles.

À l'aval immédiat du point de coupure, il est prévu que les substrats fins seront lessivés chaque printemps, amenant avec eux une partie de la communauté benthique des nouveaux milieux lenticques qui seront créés par la réduction de débit. L'expérience révèle qu'avec le retour de conditions plus stables, la recolonisation de ces milieux peut se faire en quelques semaines s'il subsiste des sédiments fins.

À l'aval immédiat du point de coupure, il pourrait s'entretenir une certaine instabilité au niveau de la végétation herbacée qui colonisera les zones nouvellement exondées. Ailleurs en aval, le couvert herbacé deviendra progressivement plus stable, et il est prévu que la bande de végétation typiquement riveraine (notamment l'arbustaie) sera relativement plus large que dans les conditions actuelles, notamment dans les secteurs en pente faible, où la colonisation par des espèces terrestres sera freinée par les mises en eau périodiques. Pour les raisons évoquées plus haut, on ne s'attend pas à ce que la végétation riveraine soit érodée.

Ces impacts s'atténueront progressivement vers l'aval au rythme où se greffent les apports hydriques intermédiaires, et on estime qu'ils seront peu perceptibles en aval du lac Duhamel.

QC-3 – Calculs des gains d'habitat sans mesures de compensation

L'initiateur de projet devra considérer que la création de frayères ou de milieux d'élevage et l'ensemencement ne sont pas des mesures d'atténuation et ne peuvent être comptabilisées dans le bilan pour minimiser les pertes découlant du projet. En conséquence, des ajustements aux calculs des gains d'habitat avant compensation devraient être faits si nécessaire.

Réponse

La réalisation du projet Manouane entraînera un gain net d'habitats et de productivité pour le grand brochet, le doré jaune et le grand corégone, et un gain d'habitats d'élevage pour la ouananiche ; voir les tableaux 6.13 et 6.14 du rapport d'avant-projet (pages 6-45 à 6-47). Les seules pertes nettes d'habitats concernent les frayères à ouananiche, pour lesquelles on a prévu des travaux de réaménagement qui permettront de récupérer la totalité des superficies de fraie perdues.

Par ailleurs, afin d'atteindre l'objectif d'un gain net d'habitats et de productivité du milieu, les mesures suivantes sont proposées :

- créer trois nouvelles frayères à ouananiche dans la rivière Manouane entre les km 20 et 51 ;
- explorer la faisabilité d'introduire l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Duhamel (étude complémentaire à mener) ;
- installer des boîtes d'incubation à courant ascendant pour la ouananiche dans la frayère située au km 62,5 ainsi que dans la Petite rivière Manouane ;
- préciser la possibilité d'implanter une population de touladis dans le réservoir du Grand Détour (étude complémentaire à mener).

Ces quatre dernières mesures n'ayant pas été comptabilisées dans le bilan, les pertes d'habitats ou de production découlant du projet ne sont pas réduites à leur valeur minimale.

QC-4 – Liens entre les trois projets de dérivation vers la rivière Betsiamites

Compte tenu des liens qui existent dans la conception des trois projets de dérivation partielle (Sault aux Cochons, Portneuf et Manouane), l'initiateur de projet détaillera les éventuelles modifications techniques et environnementales apportées aux deux premiers projets sur les caractéristiques du projet Manouane.

Réponse

Sur les plans de la technique et de l'environnement, le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane est indépendant des projets de dérivation partielle de la rivière Portneuf et

de la rivière du Sault aux Cochons. Les modifications apportées à ces deux derniers projets n'auraient donc pas d'effet sur le projet Manouane. L'effet sur la gestion du réservoir Pipmuacan est traité dans la réponse à la question QC-27 du présent document.

QC-5 – Autorisations diverses à obtenir pour la réalisation des travaux

À titre d'information, nous rappelons à l'initiateur de projet que, pour certaines activités, notamment pour les carrières et sablières, les installations de campement et les dépôts en tranchée, il devra obtenir les autorisations pertinentes en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement auprès de la Direction régionale du MENV. Également, il sera nécessaire de vérifier si la réalisation du projet entraîne l'occupation du domaine hydrique public. Le cas échéant, l'initiateur de projet se verra dans l'obligation de régulariser cette occupation auprès du Service de la gestion du domaine hydrique public du MENV.

Réponse

Hydro-Québec retient ce commentaire pour la phase projet. Celle-ci suivra l'obtention, en vertu de la *Loi sur Hydro-Québec* et de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, des décrets du gouvernement du Québec autorisant la réalisation du projet et la construction des ouvrages.

QC-6 – Publication d'un résumé vulgarisé de l'étude d'impact

Finale­ment, comme il est mentionné dans la directive ministérielle, Hydro-Québec devra remettre un résumé vulgarisé de son étude d'impact avant le début de la période d'information et de consultation publique.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note de ce commentaire et prévoit transmettre le résumé vulgarisé, tel que le stipule l'article 4 du *Règlement sur l'examen des impacts sur l'environnement*. Ce document présente les éléments essentiels du rapport d'avant-projet et les conclusions du présent complément du rapport d'avant-projet.

Justification du projet

QC-7 – Complément d'information

Au chapitre 1 de l'étude d'impact, il est brièvement exposé la justification du projet basée sur les orientations du plan stratégique et les conditions essentielles à la réalisation d'un projet. Selon la directive, « la justification énergétique et économique du projet n'est pas requise si l'initiateur de projet peut démontrer qu'elle a été faite devant la Régie de l'énergie ou auprès d'autres instances gouvernementales. » Cet aspect n'ayant pas été traité dans l'étude, l'initiateur de projet fera le point sur la question. Il complétera également les informations fournies en détaillant, comme le demande la directive, « les engagements et politiques concernant le développement et la vente d'électricité sur les marchés extérieurs. »

Réponse

Le *Plan stratégique 2000-2004* d'Hydro-Québec a été présenté à la Régie de l'énergie du Québec. De plus, il a été approuvé par le Conseil des ministres le 13 septembre 2000.

Une des orientations du *Plan stratégique 2000-2004* concerne l'amélioration de la qualité du service. C'est sous cette orientation que la sécurité d'approvisionnement en électricité des clients au Québec, à des conditions compétitives, est prise en considération. C'est également dans ce cadre que sont déterminés les projets hydroélectriques prévus au chapitre des nouveaux approvisionnements en électricité d'ici 2004, notamment les projets de dérivation partielle de rivières vers les centrales de la Betsiamites, dont fait partie le projet Manouane.

Le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane s'inscrit également dans la troisième orientation du *Plan stratégique 2000-2004*, laquelle vise à poursuivre la mise en valeur du potentiel hydroélectrique rentable. En effet, ce projet est au nombre de ceux qui remplissent les trois conditions essentielles à leur réalisation, à savoir être rentables à la lumière des conditions du marché, être acceptables du point de vue de l'environnement et être accueillis favorablement par les communautés locales.

Concernant la deuxième partie de la question, il est utile de préciser, en s'appuyant sur le *Plan stratégique 2000-2004*, la façon dont le projet s'intègre au bilan énergétique 1999-2004. Pour cette période de cinq ans, les prévisions concernant la demande en électricité montrent que les ventes totales progresseront de plus de dix-sept milliards de kilowattheures au Québec. Pour leur part, les ventes sur les marchés externes diminueraient de quatorze milliards de kilowattheures au cours de la même période. L'énergie que procurerait le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane permettrait donc de combler une partie des besoins additionnels à satisfaire au Québec.

En ce qui a trait aux engagements et politiques concernant le développement et la vente d'électricité sur les marchés externes, Hydro-Québec entend tirer profit des changements en

cours dans l'industrie énergétique nord-américaine. Depuis janvier 1997, le marché américain de gros est ouvert à la concurrence par suite de la mise en place de conditions permettant à des tiers d'accéder aux réseaux de transport sur une base non discriminatoire. Des bourses d'échange d'électricité ont été établies et permettent aux producteurs et aux revendeurs, dont Hydro-Québec, de participer aux marchés à court terme sur la base de soumissions directes. Une telle évolution du marché de gros permet à Hydro-Québec de bénéficier des marges d'arbitrage que lui confèrent ses réservoirs et ses interconnexions, compte tenu du contexte énergétique environnant, influencé notamment par les marges de réserve de production sur le marché et les prix des combustibles.

Régime hydrologique et hydrodynamique

QC-8 – Valeur minimale des débits de crue

À la page 2-5, il est dit que les débits de crue calculés à la centrale de Bersimis-2 entre 1964 et 1984, varient entre 13,0 m³/s et 1350 m³/s. Une vérification de la valeur minimale des débits de crue devra être faite car le chiffre indiqué dans l'étude apparaît sous-estimé.

Réponse

Le débit de crue de 13 m³/s signifie qu'un débit de 13 m³/s a été déversé. Sauf en cas d'événements particuliers (bris d'équipement, réparation majeure, panne du réseau), l'évacuateur n'est utilisé qu'en période de crue.

QC-9 – Utilisation de l'évacuateur de crues du réservoir Manouane

Il est dit à la page 2-7 que l'évacuateur de crue de Manouane n'a été utilisé qu'une fois depuis sa construction dans les années 50. L'initiateur de projet précisera s'il est prévu ou possible que le dit évacuateur soit utilisé dans l'avenir afin d'augmenter le débit dérivé vers le réservoir Pipmuacan ou à toute autre fin.

Réponse

L'évacuateur de crue du réservoir Manouane a été construit et est exploité par la société Alcan. Ce réservoir contient l'eau de la rivière Manouane qui est dérivée vers le bassin supérieur de la rivière Péribonka. Cette dérivation permet d'augmenter la production énergétique de la centrale de Chute-des-Passes. On vérifie à l'occasion le bon fonctionnement de l'appareillage mécanique de l'évacuateur de crue du réservoir Manouane, mais les déversements liés à ces vérifications sont généralement mineurs.

Le projet de dérivation proposé par Hydro-Québec ne vise aucunement à récupérer les apports du réservoir Manouane. Pour des raisons de sécurité, les ouvrages d'évacuation du réservoir du Grand Détour auront une capacité suffisante pour déverser tout ce qui proviendrait du réservoir Manouane en cas de crue extrême. Le canal de dérivation vers la rivière aux Hirondelles n'est toutefois pas conçu pour dériver de tels débits vers le réservoir Pipmuacan, et, le cas échéant, les surplus d'eau seraient déversés dans la rivière Manouane.

QC-10 – Débit correspondant au niveau maximal du réservoir du Grand Détour

À la section 2.3.1 (page 2-23), on mentionne que le niveau maximum du réservoir du Grand Détour en période de crue sera de 419,2 m. L'initiateur de projet indiquera à quel débit correspond ce niveau. Mentionnons qu'au tableau 2.7, il est dit que ce niveau correspond à un niveau printanier pour une année à forte hydraulicité (récurrence 20 ans) lorsque les canaux sont fermés.

Réponse

Pour la période simulée, qui s'étend de 1962 à 1997, le niveau maximal simulé est de 419,2 m. Dans cette condition le canal serait fermé et le débit déversé vers la rivière atteindrait 404 m³/s.

QC-11 – Cote du réservoir et coût de réalisation

Selon la figure 2.5, les coûts de chantier oscillent entre 30 et 35 M \$ pour les cotes du réservoir allant de 416 à 421 m. Par contre, selon la section 2.9, le coût de réalisation du projet est de 52 M \$. L'initiateur de projet expliquera comment se répartit la différence de 20 M \$ parmi les autres composantes du projet. De plus, il expliquera pourquoi les coûts directs des ouvrages sont plus élevés à la cote 416 m qu'à la cote 418 m alors que ces ouvrages devraient être moins imposants.

Réponse

Les coûts représentés par le graphique de la figure 2.5 du rapport d'avant-projet (voir page 2-25) comprennent uniquement les coûts de construction proprement dits. Ils ne comprennent ni le coût des études d'avant-projet, d'obtention des permis et d'ingénierie de détail, ni les frais de gestion et d'administration, ni la réserve pour éventualités. Ces coûts n'ont pas été comptabilisés dans l'analyse du choix de la cote du réservoir, parce qu'ils ne sont pas discriminants. C'est ce qui explique l'écart entre les coûts présentés à la figure 2.5 du rapport (voir page 2-25) et les coûts que l'on trouve à la section 2.9 du même document (voir page 2-53).

Par ailleurs, le volume d'excavation des canaux de dérivation entre le réservoir du Grand Détour et la rivière aux Hirondelles augmente lorsque le niveau du réservoir diminue. À partir d'une certaine cote, l'augmentation du coût d'excavation est plus rapide que la réduction du coût de construction des ouvrages de retenue. C'est ce qui explique que le coût global du projet à la cote 416 m est supérieur à celui obtenu à la cote 418 m. Signalons que le coût d'excavation des canaux représente une part importante du coût du projet.

QC-12 – Répercussions sur la rivière Manouane et la rivière aux Hirondelles

À la section 2.4, on présente les variantes étudiées et l'optimisation de la variante retenue. Une analyse environnementale comparative des cotes d'exploitation du réservoir du Grand Détour a été faite en qualifiant les répercussions discriminantes et non discriminantes pour les deux cotes de retenue. Cet exercice serait plus complet si les rivières Manouane et aux Hirondelles avaient été incluses dans cet exercice. L'initiateur de projet discutera des choix retenus pour procéder à cette optimisation et, le cas échéant, le reprendra en tenant compte des répercussions sur ces cours d'eau.

Réponse

Lorsqu'on a fait l'analyse comparative des cotes d'exploitation du réservoir du Grand Détour, on a tenu compte uniquement de la zone devant être ennoyée, puisqu'il s'agit de la source d'impact la plus discriminante permettant de comparer les variantes de 416 et de 418 m.

En effet, il aurait été impossible de différencier des impacts significatifs concernant la rivière Manouane et la rivière aux Hirondelles, puisque les débits déversés dans ces cours d'eau demeurent essentiellement les mêmes quelle que soit la variante. La seule différence notable concerne la durée des déversements vers la rivière Manouane, qui serait prolongée de quelques jours avec l'adoption de la cote 416 m, en raison de la plus faible capacité d'emmagasinement du réservoir. Cependant, la fréquence des déversements ne serait pas plus élevée, et les valeurs maximales des débits déversés dans la rivière Manouane demeureraient du même ordre de grandeur. Par conséquent, les débits déversés dans la rivière Manouane ne présentent pas d'impacts différents sur les composantes des milieux physique, biologique ou humain selon que l'on retient l'une ou l'autre des cotes d'exploitation.

QC-13 – Données complémentaires au tableau 2.7 du rapport d'avant-projet

Au tableau 2.7 de la page 2-29, on fournit une caractérisation des débits pour plusieurs niveaux du réservoir du Grand Détour. Le tableau devra être complété, si possible, avec la valeur des débits entrant dans le réservoir et ceux qui transiteront dans les rivières Manouane et aux Hirondelles. Pour assurer certains points de comparaison, on indiquera les niveaux du lac pour les différentes périodes de crue.

Réponse

Le tableau 1, ci-dessous, vient compléter le tableau 2.7 du rapport d'avant-projet (voir page 2-29).

Tableau 1 — Analyse environnementale comparative des modes d'évacuation

Paramètre évalué	Niveau dans le réservoir du Grand Détour (m)		Débit entrant dans le réservoir (m ³ /s)	Débit dérivé vers la rivière aux Hirondelles (m ³ /s)	Débit dans la rivière Manouane (m ³ /s)
	Déversoir à crête	Évacuateur de crue			
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité moyenne, lorsque les canaux sont ouverts	418,6	< 418,0	286	106	153
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité forte (période de récurrence de 20 ans), lorsque les canaux sont ouverts	418,9	< 418,0	435	115	271
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité forte (période de récurrence de 10 000 ans), lorsque les canaux sont ouverts	419,5	< 418,0	730	135	595
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité moyenne, lorsque les canaux sont fermés	418,8	< 418,0	286	0	286
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité forte (période de récurrence de 20 ans), lorsque les canaux sont fermés	419,2	< 418,0	435	0	435
Niveau printanier du lac du Grand Détour pour une année d'hydraulicité forte (période de récurrence de 10 000 ans), lorsque les canaux sont fermés	419,7	< 418,0	730	0	730

QC-14 – Gain énergétique net

À la section 2.6 (page 2-47), on estime la production d'énergie du complexe Bersimis une fois que les trois dérivations seraient réalisées et en tenant compte de diverses contraintes d'entretien et des ententes avec Alcan. Le dernier paragraphe de la page 2-47 devra être précisé car les chiffres illustrant les gains énergétiques ne sont pas clairs. L'initiateur de projet indiquera si le 318 GWh correspond uniquement à l'apport énergétique du détournement de la rivière Manouane alors que l'augmentation de la production du complexe Bersimis de 678 GWh tient compte également des deux autres projets de dérivation qui représenteraient alors 360 GWh.

Réponse

On a mené les analyses énergétiques en prenant pour hypothèse que les dérivations partielles des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons étaient réalisées.

Lorsqu'on ajoute les apports de la dérivation partielle de la rivière Manouane, la production annuelle moyenne du complexe Bersimis s'accroît de 678 GWh. De cette valeur, il faut retrancher les quantités d'électricité qui doivent être retournées à la société Alcan pour compenser les pertes de production qu'elle subit à ses centrales, ce qui laisse un gain énergétique net de 318 GWh (voir page 2-8 du rapport d'avant-projet).

QC-15 – Fréquence des déversements vers la rivière Manouane et manœuvres à effectuer

À la page 2-32, on indique que, calculé sur une base journalière, la probabilité au dépassement du 80 m³/s passant dans les canaux sera de 8 %. L'initiateur de projet devra définir la fréquence de ces déversements vers la rivière Manouane pour permettre une meilleure compréhension de la récurrence d'un tel déversement. De plus, l'initiateur de projet précisera la nature des manœuvres à effectuer localement et le temps d'intervention nécessaire pour fermer les vannes des canaux et permettre l'écoulement dans la Manouane.

Réponse

La probabilité qu'un débit de plus de 80 m³/s passe dans les canaux de dérivation est de 8 %, ce qui signifie que cette condition est observable pendant 8 % de la période de simulation. Le débit excédentaire est alors déversé dans la rivière Manouane, par-dessus les deux crêtes déversantes. De tels déversements se produisent pour toutes les années de la période de simulation, à l'exception d'une seule. Par ailleurs, il s'écoulera toujours vers la rivière Manouane un débit réservé d'au moins 3 m³/s (voir le rapport d'avant-projet à la page 2-32).

Rappelons qu'il n'est pas nécessaire de fermer les vannes pour permettre le déversement par-dessus les crêtes déversantes. Cette manœuvre est utilisée lorsqu'on prévoit des déversements substantiels aux centrales du complexe Bersimis ; on évite ainsi de compenser la société Alcan pour un débit qui ne serait pas turbiné.

QC-16 – Protection en enrochement et débits de crue

La protection en enrochement des berges du canal est réalisée selon les informations fournies à la page 2-32 pour une crue septennale. L'initiateur de projet précisera si cette crue correspond au débit de conception de 80 m³/s. Dans le cas contraire, il indiquera la valeur de débit de cette crue.

Réponse

Le canal sera protégé par des enrochements jusqu'au niveau correspondant à un débit de 110 m³/s, ce qui dépasse le débit de conception du canal, qui est de 80 m³/s. Lorsqu'un débit de 110 m³/s s'écoule dans le canal, un débit de 204 m³/s s'écoule par-dessus les deux crêtes déversantes.

QC-17 – Modifications hydrodynamiques et rehaussement de deux ponts

À la page 2.34, il est mentionné qu'il y aura, au nord du lac du Grand Détour, un rehaussement de deux ponts et installation de ponceaux. L'initiateur de projet fournira toutes les précisions relatives aux modifications hydrodynamiques (écoulement, régime des glaces, vitesse, etc.) des sections de cours d'eau où ces ponts seront rehaussés.

Réponse

Il est juste d'affirmer que deux ponts devront être rehaussés, mais il faut préciser que l'un d'eux se trouve sur la rivière Manouane, et l'autre, sur la rivière du Grand Détour (voir la figure 2.3 du rapport d'avant-projet à la page 2-17).

Dans les deux cas, les études ont montré qu'il était préférable, en raison d'une différence de coût appréciable, de rehausser les ouvrages plutôt que de déplacer les routes et les ponts existants en dehors des futurs réservoirs. Le pont de la rivière Manouane mesurerait 30 m de longueur, et celui de la rivière du Grand Détour, 15 m, chacun pouvant supporter une charge de 160 tonnes. À ce stade-ci, on ne prévoit pas de piliers comme tel, mais plutôt des culées.

Pour ce qui est des modifications hydrodynamiques, elles seront évaluées, s'il y a lieu, au moment des études techniques détaillées, lorsque le concept définitif aura été retenu.

QC-18 – Dommages consécutifs à la rupture du barrage ou des digues

Le document fait état de la sécurité des ouvrages et présente essentiellement le plan des mesures d'urgence. Cette information devrait être complétée par l'évaluation des dommages en cas de rupture du barrage ou des digues.

Réponse

Un avis technique a été rédigé concernant les conséquences de la rupture du barrage, lequel constitue l'ouvrage de retenue le plus important du projet.

On a supposé que le barrage se brise de façon instantanée lorsque le niveau d'eau est de 418 m. La brèche a une largeur de 20 m et le fond se situe à la cote 411,5 m.

Les résultats montrent que le débit maximal juste après la formation de la brèche est estimé à 570 m³/s. Après 48 heures de simulation, le débit est réduit à 190 m³/s, et le niveau d'eau du réservoir a baissé de 418 à 414,5 m.

Il est à noter que le débit maximal engendré par la rupture du barrage est beaucoup moins important que le débit de la crue maximale probable (CMP), lequel s'établit à 2 078 m³/s. En fait, il est du même ordre de grandeur que le débit d'une crue centennale (520 m³/s).

Pour de plus amples détails, voir l'annexe A.

QC-19 – Mesures d'atténuation des km 50 et 83 et programme général des travaux

À la figure 2-12, l'initiateur de projet indiquera dans quelle catégorie de lot de construction se trouve les épis à construire aux km 50 et 83.

Réponse

La construction de ces ouvrages fait partie du lot E-1, travaux d'environnement, tel qu'il est indiqué à la figure 2.12 du rapport d'avant-projet (voir page 2-51).

QC-20 – Cote d'arasement du batardeau situé en amont du barrage

Selon l'information retrouvée à la page 2-52, le batardeau installé en amont du barrage sera arasé, après construction, à la cote 415 m. L'initiateur de projet expliquera sur quoi repose ce choix alors que le niveau inférieur de l'ouvrage est à 411 m.

Réponse

Le choix de la cote d'arasement de 415 m, plutôt que 411 m, permet de réduire l'envergure des travaux en eau pour l'enlèvement du batardeau. La partie restante du batardeau sera submergée la plupart du temps et n'entravera pas le bon fonctionnement du déversoir en période de crue, ni celui des conduites assurant la restitution du débit réservé de 3 m³/s dans la rivière Manouane. De plus, la partie restante du batardeau sera conçue de telle sorte qu'il n'y ait pas d'érosion de ce dernier, lorsqu'il y aura déversement d'eau par dessus du barrage.

QC-21 – Éclaircissements concernant certains débits

À la page 5-18, l'initiateur de projet devra clarifier la phrase retrouvée dans le second paragraphe de la section « Régime hydraulique » où il est dit que « sa valeur élevée (celle du débit déversé du mois d'octobre) abaisse le débit moyen ». De même, à la page suivante, la première phrase du troisième paragraphe où il est question d'une pente de 0,21% du débit sera clarifiée. La même expression se retrouve à la page 5-26.

Réponse

On a évalué les baisses de niveaux, les profondeurs, les largeurs de la rivière et les vitesses d'écoulement sur la base du débit minimum garanti par Hydro-Québec. Or, au mois d'octobre, ce débit est fréquemment dépassé. Le tableau 5.9 du rapport d'avant-projet (voir page 5-16) indique, par exemple, qu'un débit inférieur à 4,1 m³/s survient 10 % du temps. Un épisode de déversement important (92 m³/s en octobre 1976) a porté la moyenne de ce mois à 5,9 m³/s. Hydro-Québec ne garantit toutefois pas ce débit en tout temps. On a donc modélisé les conditions hydrauliques en ne considérant que le débit de 3 m³/s à la hauteur du barrage.

La pente indiquée pour différents tronçons de rivière représente la pente hydraulique de la rivière et non pas la pente du débit. Cette valeur donne une indication du type d'écoulement dans la rivière : une pente forte indique des conditions d'écoulement turbulentes et des vitesses élevées, et une pente faible, l'inverse. Outre l'importance de la réduction du débit à un endroit donné, la pente constitue l'un des principaux facteurs qui permettent de fonder une opinion sur la représentativité d'un tronçon étudié par rapport aux tronçons non modélisés.

QC-22 – Niveaux actuels et projetés du lac Duhamel

Une apparente contradiction se retrouve entre les niveaux fournis au tableau 5.13 et à la figure 5.5 où on présente également les niveaux actuels et projetés pour le mois d'août au lac Duhamel. En effet, selon le tableau, en août, les niveaux actuel et projeté sont identiques alors que, selon la figure 5.5, ils seraient abaissés après aménagement. Cette information est aussi reprise au dernier paragraphe de la page 5-19. De plus, l'initiateur de projet expliquera comment il se fait que, pour les mois de février, mars, mai, juin et juillet, le niveau de l'eau du lac Duhamel est plus élevé après aménagement. L'initiateur de projet précisera si les niveaux projetés présentés aux figures 5.5 et 5.6 tiennent compte des épis des km 50 et 83.

Réponse

La figure 5.5 du rapport d'avant-projet (voir page 5-24) montre l'effet qu'aurait l'abaissement du niveau prévu dans le lac Duhamel, sans la mesure d'atténuation qui consiste à construire un épi à son exutoire. Pour le tronçon situé en amont du lac Duhamel (du km 61 au km 63), on a pris en considération la présence de cet épi. La figure 5.6 du rapport d'avant-projet (voir page 5-25) illustre l'effet de la réduction du débit au km 63,5.

Les dimensions de l'ouvrage à construire et la conception détaillée de l'épi pourront être précisées à la suite d'une prochaine campagne de relevés. Celui-ci devra toutefois respecter les critères suivant :

- ne pas entraîner d'abaissement du niveau d'eau ;
- ne pas créer d'inondation en période de crue printanière.

Le lac étant très fréquenté en été, l'ouvrage doit permettre de maintenir les niveaux actuels en août. La réduction du débit est moins importante au printemps, puisque 35 années sur 36 la rivière reçoit le débit qui est déversé par-dessus les crêtes déversantes en plus du débit réservé de 3 m³/s. Des écarts mineurs entre les niveaux actuels et futurs seront tolérés pour d'autres période de l'année. Il est à noter que le rapport entre le débit après aménagement et le débit avant aménagement varie d'un mois à l'autre. Ainsi, le débit futur représente 64 % du débit actuel en mars, 70 % en mai et 57 % en août, ce qui explique certaines différences de niveau entre les conditions actuelles et futures.

Une attention particulière doit être portée à la précision des résultats. Les épis ou seuils prévus dans ce projet sont constitués d'enrochements. Le niveau d'eau qu'on observera après la mise en place d'un tel ouvrage dépend du niveau de sa crête et de sa longueur. Or, le type de matériaux qu'on utilisera ne permet pas de déterminer au centimètre près le niveau de la crête ou la longueur de l'ouvrage. On comprendra, dès lors, qu'il n'est pas possible de déterminer les niveaux d'eau avec une précision plus grande que celle que l'on peut appliquer à la hauteur et à la longueur de l'ouvrage à construire.

QC-23 – Extrapolations concernant la baisse des niveaux

Selon l'étude d'impact (page 5-18), l'évaluation de la baisse de niveau d'eau a été effectuée sur un certain nombre de tronçons de la rivière jugés plus importants (57 km sur les 98 km) et touchés par la réduction de débit. L'initiateur de projet devra expliquer comment il a pu déterminer que la valeur moyenne d'exondation évaluée pour ces secteurs peut s'extrapoler aux tronçons non couverts par l'inventaire.

Réponse

Les baisses de niveaux et les pourcentages d'exondation calculés pour les secteurs ayant fait l'objet de relevés hydrométriques ont été extrapolés à l'ensemble des tronçons homogènes correspondants étant donné que ces tronçons présentent des caractéristiques physiques relativement uniformes, tant sur le plan de la géomorphologie que de l'hydrologie.

La figure 5.1 du rapport d'avant-projet (voir page 5-4) illustre le profil des niveaux d'eau dans la rivière Manouane, depuis son embouchure jusqu'à la hauteur du barrage. Sur cette figure, on constate que la pente demeure pratiquement constante sur les cinquante kilomètres les plus en aval. Quelques petits seuils ponctuent la rivière par endroits, mais leur fréquence

d'apparition est constante sur l'ensemble de ce tronçon. Le seul tronçon qui n'a pas été modélisé est compris entre le km 14 et le km 33.

Le pourcentage de réduction du débit sera de 34 % au km 36 et de 29 %, au km 0. La nature du substrat, qui est composé de blocs, est la même pour l'ensemble du tronçon. En conséquence, puisque les pentes d'écoulement, le pourcentage de réduction du débit et la composition du lit de la rivière sont semblables pour l'ensemble du tronçon compris entre les km 0 et 50, on estime que les conditions observées dans les tronçons modélisés sont représentatives de l'ensemble du tronçon, y compris de la portion comprise entre les km 14 et 33.

Plus en amont, le tronçon compris entre les km 63 et 82 n'a pas été modélisé en raison, d'une part, de la faible sensibilité de ce secteur pour les poissons et, d'autre part, des conditions difficiles d'accès. En effet, la pente et les vitesses très élevées qu'on y observe, particulièrement entre les km 63 et 70 et entre les km 80 et 82, les rend inaccessibles en embarcation pour y faire des relevés bathymétriques. Puisque la méthode adoptée pour le calcul du débit réservé écologique repose sur une modélisation hydraulique des conditions d'écoulement, cette modélisation n'a pu être faite faute de relevés bathymétriques. Il importe toutefois de rappeler que les chutes et les rapides ne représentent généralement pas de bons habitats.

Par ailleurs, les habitats disponibles dans ce secteur n'ont pas été jugés sensibles pour le grand brochet et le grand corégone en raison de la prédominance des zones d'écoulement rapide, du nombre limité de frayères potentielles et de la multitude d'obstacles infranchissables qui limitent le potentiel de développement de ces espèces. Cette faible sensibilité des habitats ne justifiait donc pas que des relevés bathymétriques soient réalisés dans ce secteur.

À noter que dans le calcul des pertes d'habitats, le pourcentage d'exondation calculé pour le secteur compris entre les km 82 et 97 a été extrapolé aux zones d'écoulement lentique (habitats propices au grand brochet et au grand corégone) situées entre les km 63 et 82. Ce scénario est considéré pessimiste, puisque le premier secteur est situé plus près du point de coupure, ce qui tend à amplifier les pertes d'habitat dans le second secteur.

QC-24 – Superficie exondée dans quatre tronçons de la rivière Manouane

L'initiateur de projet devra présenter l'estimation de la superficie exondée dans les quatre tronçons de la rivière Manouane (0-51 km, 51-61 km, 61-81 km et amont du 81 km), avec et sans les mesures d'atténuation, sur une base annuelle plutôt que seulement pour les mois d'août et octobre pour quantifier l'impact du projet lié à la baisse des niveaux d'eau. La perte attribuable à l'exondation devra représenter la superficie maximale exondée par rapport aux conditions actuelles au cours de l'année. Ceci permettra également d'inclure la contribution des tronçons de pente forte, des chutes et des rapides importants à la perte générale par exondation de ces habitats de production alimentaire (dérive).

Réponse

Le tableau 2 montre la superficie exondée pour les mois d'août, d'octobre et de mai. Ces débits couvrent la plage de variation des débits d'eau libre. Tel qu'il est précisé en réponse à la question 21, les simulations en conditions futures pour les mois d'août et d'octobre ne tiennent compte que du débit minimum qui est garanti en tout temps, soit 3 m³/s. Or, pour le mois de mai, comme des déversements se produisent presque chaque année (35 années sur 36), un débit moyen déversé de 46 m³/s est utilisé pour les calculs.

Tableau 2 — Superficies exondées en différentes périodes de l'année

Tronçon	Sans mesures d'atténuation				Avec mesures d'atténuation (épi au km 50 et seuil au km 83)					
	Août		Octobre		Mai ^a		Août ^b		Octobre ^b	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
km 0 à 14	15,3	9,2	16,0	9,4	5,5	8,4	13,9	8,2	14,7	8,0
km 33 à 51	18,1	11,2	16,8	10,4	13,9	7,5	16,0	9,9	15,5	9,7
km 51 à 61	11,0	2,7	11,5	2,8	0	0	0	0	0	0
km 61 à 63	4,4	14,4	3,8	12,2	1,5	4,5	2,9	9,7	2,5	8,1
km 82 à 95	48,9	58,1	50,4	58,1	14,0	13,7	17,8	21,3	20,7	23,9

a. Débit de 46 m³/s.

b. Débit réservé de 3 m³/s.

Il n'a pas été possible de relever des sections bathymétriques dans les zones de rapides, celles-ci étant inaccessibles en embarcation à moteur. Aucun chemin d'accès n'y mène et elles ne présentent pas de surfaces propices à l'atterrissage d'un hélicoptère.

La seule façon d'estimer l'abaissement des niveaux serait de considérer que le niveau dans ces rapides est dicté par une loi de seuil et par la superficie exondée estimée en tenant compte de la pente des rives. Dans ces tronçons de rapides (du km 63 au km 82), séparés par de courts tronçons plus lents, on pourrait s'attendre à une superficie exondée de l'ordre de 7 ha en août et de 9 ha, en octobre. En mai, la superficie exondée serait de l'ordre de 10 ha. Sans débit réservé, le débit dans ces rapides serait très faible, particulièrement entre les km 75 et 82 (moins de 1 m³/s). L'eau s'y écoulerait entre les pierres des zones de rapides et dans les parties profondes des biefs à écoulement lent (du km 70 au km 74). La méthode retenue ne permet pas d'estimer la superficie exondée.

L'analyse des impacts en période hivernale est basée sur la largeur utile des zones de fraie, c'est-à-dire la largeur du plan d'eau sous la face inférieure de la couverture de glace, là où la survie des œufs est assurée pendant tout l'hiver. Aux endroits où la couverture de glace s'appuie sur le substrat, la survie des œufs peut être compromise. Le tableau 3 permet de

comparer ces largeurs dans les conditions actuelles et dans les conditions qui prévaudront après la dérivation partielle de la rivière Manouane.

Tableau 3 — Réduction de la largeur utile des zones de fraie à la fin de l'hiver

Point kilométrique	Largeur avant aménagement (m)	Largeur après aménagement (m)	Diminution (%)
km 3,55	110,6	101,7	8,0
km 4,40	39,8	38,9	2,3
km 4,80	24,9	23,3	6,4
km 6,50	49,9	42,5	14,8
km 8,65	19,5	18,1	7,2
km 13,1	30,8	25,0	18,8
km 13,7	92,9	78,2	15,8
km 62,4	66,4	38,1	42,6
km 62,5	186,1	169,2	9,1

Impact de la baisse du niveau d'eau sur l'ichtyofaune

Les périodes de référence utilisées pour évaluer les pertes d'habitats et de production piscicole dans la rivière sont les débits moyens du mois d'août (étiage estival), les débits moyens du mois d'octobre, ainsi que les débits moyens pour la période hivernale comprise entre le 1^{er} décembre et le 31 mars. Ces trois périodes sont les plus critiques pour l'ichtyofaune présente dans la rivière Manouane.

L'utilisation du débit d'étiage estival a permis d'estimer quelle sera la plus importante perte d'habitat durant la période d'alimentation des adultes et d'élevage des juvéniles pour les cinq principales espèces présentes dans la rivière (ouananiche, doré jaune, meunier noir, grand brochet et grand corégone).

L'utilisation du débit du mois d'octobre a permis d'estimer la perte d'habitat durant la période de reproduction de la ouananiche. À noter que les valeurs de pertes de superficies de fraie, présentées dans le rapport d'avant-projet, ont par la suite été corrigées afin de tenir compte de l'effet du régime des glaces et du frasil durant la saison hivernale. On trouvera un complément d'information sur le sujet dans la réponse à la question QC-61 et dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000).

Les autres phases critiques du cycle vital des espèces de poissons ciblées, soit la montaison des géniteurs, la fraie (pour les espèces autres que la ouananiche), la dévalaison des saumoneaux, l'incubation des œufs, et la « survie hivernale » n'ont pas fait l'objet de simulations, puisque la réduction du débit de la rivière Manouane n'aura pas d'incidence sur elles.

Ainsi, les géniteurs de ouananiche en montaison (de la mi-mai à la fin septembre) ne s'alimentent pas et se concentrent principalement dans les fosses et les bassins. Ces faciès d'écoulement seront les moins touchés par la réduction des débits et des niveaux. Il est donc légitime de supposer que la préservation de l'habitat des juvéniles durant la saison estivale assurera également celui des adultes en montaison.

La dévalaison des saumoneaux (de la mi-mai à la fin juin) correspond à la décrue printanière. Au cours de cette période, les saumoneaux sont alors peu dépendants des conditions du milieu. De plus, on doit tenir compte du fait que des déversements se produiront chaque année en aval du barrage au moment de la crue printanière. Combinés aux apports intermédiaires des tributaires, ces déversements maintiendront plus de 50 % des débits de crue actuels à partir du km 68, ce qui répond à la norme proposée par la méthode écohydrologique, qui stipule qu'un débit réservé correspondant à 50 % du débit moyen pour la période printanière devrait être maintenu pour assurer la dévalaison des saumoneaux dans la région écologique 1c correspondant au bassin versant du lac Saint-Jean.

La montaison et/ou la fraie du doré jaune, du meunier noir et du grand brochet surviennent au printemps, au moment où les débits seront élevés en raison des déversements qui se produiront chaque année en aval du barrage par suite de la crue printanière. Combinés aux apports intermédiaires des tributaires, ces déversements maintiendront plus de 50 % des débits de crue actuels à partir du km 68, ce qui respecte à la norme proposée par la méthode écohydrologique, qui stipule qu'un débit réservé correspondant à 50 % du débit moyen pour la période printanière devrait être maintenu pour préserver les habitats de reproduction des espèces frayant à cette période. En ce qui concerne la fraie du grand corégone (novembre-décembre), les habitats de fraie ne sont pas considérés sensibles à la réduction des débits et des niveaux en raison du comportement opportuniste de cette espèce quant au choix des sites de fraie.

L'incubation des œufs des espèces frayant au printemps (doré jaune, grand brochet, meuniers) n'est pas considérée critique en raison des déversements qui surviendront chaque année au barrage au moment de la crue printanière.

Enfin, la période hivernale n'est pas considérée comme une phase critique pour les espèces de poissons ciblées, puisque leur activité est alors considérablement réduite en raison de la basse température de l'eau. Le comportement typique des poissons en hiver consisterait à se maintenir dans des refuges où la vitesse d'écoulement est faible et où la profondeur d'eau libre de glace et de frasil est suffisante.

Les pertes de production alimentaire (benthos) dans chacun des tronçons de la rivière correspondront aux pertes de superficie indiquées au tableau 3 ci-dessus. Pour de plus amples détails, voir la réponse à la question QC-54.

QC-25 – Action du vent sur les berges du réservoir

À la section 5.2.2.2, on présente les cotes d'élévation pour le réservoir du Grand Détour. Il n'est pas fait mention dans l'étude de l'influence du vent sur les berges du réservoir. L'initiateur de projet évaluera son effet sur l'ampleur des vagues et sur les nouvelles berges du réservoir.

Réponse

Les données météorologiques proviennent des stations météorologiques de Péribonka (140 km au sud-ouest) et de Chutes-des-Passes (30 km à l'ouest). Pour compléter certaines variables, des données provenant des stations de Roberval (160 km sud-ouest) et de Bagotville (160 km au sud) ont également été utilisées. Les vents dominants dans le secteur du lac du Grand Détour proviennent de l'ouest et du nord-ouest, et leur vitesse moyenne est de 11 km/h. Le fetch⁽¹⁾ maximal sur le réservoir sera de 4 km selon un axe nord-ouest—sud-est et de 3,5 km selon un axe ouest-est. Les données climatiques très fragmentaires ne permettent pas de préciser la force et les durées de vent, ni de préciser les effets du vent sur l'évolution des berges du futur réservoir.

Les berges situées face aux vents d'ouest sont composées de sable et de sable graveleux. Leur sensibilité à l'érosion devrait être de faible à moyenne selon la pente et la hauteur des talus. La hauteur des vagues, limitée par un court fetch, ne devrait pas dépasser 10 cm pour des vents de vitesse moyenne. Les vents de plus de 70 km/h sont probablement assez rares au cours d'une année. Des données météorologiques provenant de la station de Bagotville indiquent des vitesses horaires extrêmes maximales de 80 km/h pour le mois de mars seulement, et de 73 km/h pour l'ensemble de l'année. Le tableau 4 présente la hauteur des vagues en fonction de la vitesse d'un vent d'ouest et compte tenu d'un fetch de 3,5 km.

Tableau 4 — Hauteur des vagues en fonction de la vitesse du vent et compte tenu d'un fetch de 3,5 km

Vitesse du vent	Hauteur maximale des vagues (m)	Fréquence d'apparition à la centrale de Chute-des-Passes (%)
10 km/h	0,07	7,8
30 km/h	0,3	7,2
50 km/h	0,6	0,1
70 km/h	0,9	0
90 km/h	1,2	0

1. Longueur de la course du vent à la surface de l'eau.

Les berges soumises aux vents du nord-ouest sont principalement composées de sable, de sable et gravier, et de till (à certains endroits). La sensibilité des berges de sable et de sable et gravier est, selon leur morphologie, de faible à moyenne. L'influence des vagues sur les berges de till est beaucoup moins importante en raison de leur cohésion. La hauteur des vagues formées sous l'effet des vents de vitesses moyennes ne devrait pas dépasser 10 cm.

Selon les fluctuations du niveau d'eau dans le réservoir, des hauts-fonds formés par les anciennes îles pourraient réduire l'impact des vagues sur les berges du futur réservoir, principalement en période de bas niveau d'eau. La réduction de l'épaisseur de l'eau à ces endroits aurait pour effet de créer une zone de déferlement avant que les vagues n'atteignent les berges. Toutefois, en période de niveau maximal, la tranche d'eau recouvrant les anciennes îles sera peut-être suffisamment épaisse pour que les vagues ne déferlent pas à cet endroit, se brisant plutôt sur la berge du réservoir.

Les faibles dimensions du lac sont donc une contrainte quant à la formation de vagues importantes. Cependant, il est possible que des vents plus forts provoquent des vagues légèrement supérieures à 1 m. Si les niveaux d'eau sont à leur maximum, la présence de hauts-fonds ne sera peut-être pas suffisante pour venir ralentir ces vagues. Dans ce cas, il est possible que de l'érosion survienne sur les berges exposées aux vents dominants, principalement celles formées de sable. Les berges de till de la partie sud-est devraient être beaucoup moins sensibles. La présence de blocs et de cailloux dans la matrice, se détachant sous l'effet de l'érosion, permet l'édification d'un perré naturel au pied du talus et la création d'une protection contre l'attaque des vagues. Dans le cas où le niveau d'eau du réservoir serait plus bas, ces dernières se briseront sur les hauts-fonds situés à quelques centaines de mètres de la berge.

Au bilan, les berges du réservoir du Grand Détour seront relativement stables compte tenu de la très faible amplitude des vagues. Seules les berges qui font face aux vents d'ouest seront soumises à des forces érosives plus prononcées en période de forts vents conjugués à un niveau d'eau élevé. Les berges situées au sud-est subiront peu l'érosion en raison de la cohésion du matériau en place.

QC-26 – Conditions d'écoulement dans la rivière aux Hirondelles

Selon les informations de la section 5.2.2.3, la rivière aux Hirondelles verra son débit passer de 1,2 m³/s à 32 m³/s avec une inondation en bordure de rive d'une superficie de 2,9 ha. L'initiateur de projet complétera l'information fournie avec une présentation des conditions d'écoulement en hiver puisque le débit passera de 0,4 à 9,9 m³/s. Par la suite, on indique que la CMP passera de 62,9 à 268 m³/s. L'initiateur de projet indiquera si cette valeur ne sera que théorique puisque l'ouvrage régulateur en période de crue sera fermé et qu'une ouverture partielle n'est pas prévue. Si par contre le passage d'une telle crue arrivait, il précisera quelle superficie terrestre sera alors inondée.

Réponse

La rivière aux Hirondelles est une rivière très étroite bordée de falaises abruptes. Dès le début de l'hiver, elle se recouvre de neige et l'eau coule sous la neige avant même que ne se forme la couverture de glace. C'est pourquoi la formation de cette dernière n'a pas été documentée. À proximité de l'embouchure, la rivière aux Hirondelles comporte une chute précédée d'un rapide. Celui-ci coule vraisemblablement à surface libre, sous la neige, pendant toute la durée de l'hiver.

Avec l'augmentation du débit en période hivernale, les secteurs à eau libre seront beaucoup plus étendus, tant en amont de la chute qu'en aval. Le frasil s'accumulera à l'embouchure de la rivière, dans le réservoir Pipmuacan. Il n'aura toutefois pas de conséquences sur les niveaux d'eau étant donné la grande profondeur du réservoir à cet endroit.

Il est fort possible que si la rivière Manouane reçoit une crue de l'ampleur de la crue maximale probable, il se produira également une crue dans le réservoir Pipmuacan. On devra alors fermer le canal de dérivation. La valeur de débit de 268 m³/s représente donc la valeur maximale théorique, et ce débit provoquerait l'inondation d'une superficie de 3,8 ha. Soulignons que le passage d'une crue printanière moyenne inonde une superficie de 2,9 ha.

QC-27 – Niveau du réservoir Pipmuacan après aménagement

Selon la figure 5.8, où on présente la variation annuelle des niveaux dans le réservoir Pipmuacan, on observe que ces derniers seront globalement plus bas après les dérivations des trois cours d'eau (Manouane, Portneuf, Sault aux Cochons). On peut donc comprendre que, malgré les apports supplémentaires, les nouveaux débits turbinés feront en sorte que le niveau du réservoir Pipmuacan s'abaissera d'environ 1 m. L'initiateur de projet clarifiera la situation.

Réponse

La principale modification qui sera apportée à la gestion des niveaux du réservoir Pipmuacan à la suite de la dérivation partielle des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons consiste à abaisser davantage le niveau du réservoir à la fin de la période hivernale afin de libérer un plus grand volume pour emmagasiner la crue printanière. Cet abaissement supplémentaire du niveau sera de moins de 1 m par rapport aux conditions actuelles. On ne prévoit pas que le réservoir devra être abaissé à des niveaux inférieurs à ceux qui ont été atteints par le passé, ni que le niveau, à la fin du remplissage printanier, dépassera les niveaux les plus élevés qui ont déjà été observés.

Tel qu'il est envisagé, le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane permet d'interrompre toute dérivation en période de crue. En conséquence, il n'y a pas lieu de modifier la gestion des niveaux pour l'emmagasinement de la crue printanière au delà des modifications qui ont déjà été proposées dans le cadre des projets de dérivation partielle des rivières Portneuf

et du Sault aux Cochons. Après la réalisation des trois projets de dérivation — projets de la rivière Portneuf, de la rivière du Sault aux Cochons et de la rivière Manouane — le marnage du réservoir Pipmuacan demeurera inchangé.

QC-28 – Données d'évaluation des modifications possibles de la couverture de glace

Les modifications potentielles du couvert de glace présentées à la page 5.52 reposent sur des inspections faites sur la rivière à l'hiver 1999-2000. Étant donné que le début de cet hiver fut exceptionnellement doux, l'initiateur de projet a-t-il tenu compte de ce phénomène dans l'évaluation des modifications ?

Réponse

L'hiver 1999-2000 a effectivement été doux. L'examen des températures de l'air mesurées à Roberval montre que l'indice de gel rapporté au lac Duhamel a été de 1 648 degrés-jours centigrades, par rapport à 1 870 degrés-jours en moyenne d'un hiver à l'autre. Les observations du 20 décembre 1999 sont tout à fait représentatives des conditions de début d'hiver : 195 degrés-jours de gel accumulés à cette date dans la région du lac Duhamel. Elles mettent en évidence la fermeture tardive des éclaircies sur de longs tronçons de la rivière, le débit n'ayant pas atteint des valeurs suffisamment basses. De même, les épaisseurs mesurées les 13 et 14 mars 2000 témoignent d'un hiver un peu plus doux que la normale et de la fermeture tardive des éclaircies en début d'hiver.

Toutefois, on a effectué les calculs des conditions d'écoulement en présence de glace sur la base des conditions météorologiques d'un hiver moyen. En conséquence, les résultats annoncés de baisses de niveau et de réduction de la largeur d'eau libre sous la face inférieure de la couverture de glace sont ceux d'un hiver moyen.

Description du projet

QC-29 – Cote de crête du batardeau à ériger en amont de la digue n° 2

Selon la section 2.8.5, il est prévu d'installer un batardeau en amont de la digue n° 2 dont la cote atteindra 416 m. L'initiateur de projet de projet précisera si la revanche de 1,5 m est respectée et si la crête du batardeau correspond à une crue de 20 ans en conditions actuelles.

Réponse

Le niveau de la crête du batardeau nécessaire à la construction de la digue n° 2 correspond au niveau d'une crue vicennale d'été-automne en conditions naturelles, plus une revanche de 2 m.

QC-30 – Solution de rechange à l'utilisation de gabions à l'extrémité de la digue n° 1

À la figure 2.7 où on présente le plan et les coupes du seuil de la digue n° 1, il est indiqué que des gabions seront installés sur la rive sud-est. L'initiateur de projet indiquera si une alternative aux gabions a été envisagée compte tenu de la solidité relative de ce type de structure. Il est à noter que le Ministère ne favorise pas ce type de structure en milieu aquatique.

Réponse

Les gabions prévus à l'extrémité sud de la digue n° 1 ont une hauteur de l'ordre de 1,5 m et ont pour fonction de protéger le mort-terrain contre l'érosion lors de crues à période de récurrence de 50 ans et plus. Il s'agit d'un ouvrage complémentaire à l'ouvrage principal, dont la conception sera précisée au moment des études techniques détaillées. Le choix des gabions pourrait alors être réévalué et, au besoin, une autre solution pourrait être retenue si des doutes étaient soulevés quant à sa pérennité.

QC-31 – Éléments de la légende de la figure 2.9 absents de la figure elle-même

À la figure 2,9, les éléments de la légende ne se retrouvent pas tous sur la coupe A-A. Il s'agit entre autres des points 1A, 4 et 4A. Les ajustements devront être faits.

Réponse

La légende de la figure 2.9 du rapport d'avant-projet (voir page 2-43) est une légende standard qui décrit la nature des matériaux, symbolisés par des chiffres et des lettres, dans une coupe d'ouvrage en remblai. Les matériaux de type 1A, 4 et 4A ne se retrouvent pas dans la coupe de la digue n° 1 tout simplement parce qu'il n'est pas nécessaire de les utiliser dans cet ouvrage spécifique.

QC-32 – Solution de rechange à l'utilisation de gabions au seuil de mesure

Comme dans le cas de la digue n° 1, l'initiateur de projet de projet indiquera si une alternative aux gabions en amont et en aval du seuil de mesure a été envisagée. Un plan du seuil devra être fourni.

Réponse

Les gabions prévus autour du seuil de mesure des débits ont pour fonction de prévenir l'érosion du mort-terrain et sont recouverts d'une dalle en béton.

À ce stade-ci cette solution semble adéquate et Hydro-Québec n'a pas examiné de solutions de rechange. Toutefois, si des problèmes précis sont mis en lumière, ils pourront être pris en compte dans le cadre des études techniques détaillées. Un plan et une coupe de l'ouvrage pourraient alors être fournis.

QC-33 – Plans et coupes types des épis à ériger comme mesures d'atténuation

À la page 2.33, on présente comme mesure d'atténuation la construction de deux épis sur la rivière Manouane. Les plans et les coupes types devront être, autant que possible, ajoutés à l'étude d'impact.

Réponse

Ces données seront recueillies lorsque le projet aura franchi l'étape des autorisations. Hydro-Québec effectuera alors une campagne de relevés afin de déterminer l'emplacement précis de ces ouvrages et collectera les données géologiques et bathymétriques nécessaires à l'établissement des plans et devis. Par la suite, l'entreprise sera en mesure de déposer les plans et devis de tous les ouvrages qu'elle prévoit construire.

Débit réservé écologique

QC-34 – Analyse économique du choix d'un débit réservé écologique de 3 m³/s

La section 6.4.2.1 présente la démarche méthodologique et la détermination du débit réservé écologique. Il en ressort que le débit réservé n'entraînant pas de perte d'habitat serait de 9 m³/s mais l'initiateur de projet a, pour des raisons économiques, décidé d'appliquer un débit moindre (3 m³/s) avec compensation et gain net d'habitat. Afin d'éclairer ce choix de 3 m³/s, l'initiateur de projet présentera l'analyse économique conduisant à la conclusion de la non rentabilité du projet avec des débits réservés de 6 et 9 m³/s.

Réponse

Transposés à la hauteur du lac du Grand Détour, les débits naturels journaliers relevés durant la période de 1979 à 1997 à la station du lac Duhamel indiquent que le débit hivernal y aurait été inférieur à 9 m³/s 13 années sur 19, et inférieur à 6 m³/s, 3 années sur 19.

Le débit réservé retenu dans le cadre du projet est de 3 m³/s. Il s'agit d'un débit minimum garanti en tout temps qui tient compte de la possibilité d'apporter des compensations pour les pertes d'habitats. On évalue toutefois qu'un débit de 9 m³/s, représentant 23 % des apports au site, sera en réalité retourné à la rivière.

Le maintien d'un débit réservé écologique de 6 ou de 9 m³/s ferait augmenter respectivement à 32 ou à 40 % la portion du débit qui serait retournée à la rivière. Dans ces conditions, le projet ne serait plus viable sur le plan économique.

Les études pour ce projet de dérivation partielle, tout comme les études pour les projets de dérivation des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons, ont été réalisées dans la perspective que ceux-ci doivent remplir trois conditions essentielles : être rentables à la lumière des conditions du marché, être acceptables du point de vue de l'environnement et être accueillies favorablement par les communautés locales. Par ailleurs, ces études, qui ont été effectuées en collaboration avec des représentants des communautés locales, ont permis d'optimiser le projet. Hydro-Québec est donc d'avis que ce dernier respecte les trois conditions essentielles à sa réalisation, notamment celle concernant l'acceptabilité environnementale.

Le maintien, en tout temps, d'un débit réservé minimum de 3 m³/s de même que les mesures de compensation permettant un gain net d'habitat font en sorte que le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane respecte la politique de débits réservés écologiques de la FAPAQ.

QC-35 – Maintien du débit réservé écologique pendant le remplissage du réservoir

De plus, il précisera si, lors du remplissage du réservoir évalué à 28 jours, le débit réservé sera maintenu dans la rivière Manouane.

Réponse

Les conduites permettant de restituer le débit réservé dans la rivière Manouane sont situées du côté droit de la rivière. Elles pourront donc être mises en place avant que la rivière ne soit fermée par le batardeau et que ne commence le remplissage du réservoir. Par conséquent, le débit réservé sera restitué pendant la période de remplissage.

QC-36 – Omble de fontaine et synthèse des valeurs de débit réservé écologique

Dans le tableau 6.9 (p. 6-29) où est résumé la démarche méthodologique, il est indiqué qu'un inventaire de frayères potentielles de ouananiches et d'ombles de fontaine a été fait. Cependant, cette dernière espèce n'a pas été retenue au tableau 6.11 pour la synthèse des valeurs de débit réservé écologique puisque les plans d'eau touchés ne sont pas considérés productifs pour cette espèce. Toutefois, compte tenu de la présence d'une frayère connue d'ombles de fontaine, l'initiateur de projet complétera son analyse de la détermination du débit réservé en incluant l'omble de fontaine dans les espèces cibles.

Réponse

En raison de leur importance pour la pêche sportive et la pêche de subsistance, la ouananiche, le doré jaune, le grand brochet et le grand corégone ont fait l'objet d'une attention particulière dans le calcul du débit réservé écologique. On a également tenu compte des conditions d'habitat pour le meunier noir, puisqu'il s'agit probablement de la plus importante espèce de poisson-proie présente dans la rivière Manouane.

L'omble de fontaine n'a pas été pris en compte dans l'analyse du débit réservé écologique, puisque les plans d'eau devant être touchés par la réalisation du projet ne sont pas considérés productifs pour cette espèce. En effet, l'omble de fontaine est vraisemblablement marginal dans le cours inférieur de la rivière Manouane (du km 0 au km 68) et dans le lac Duhamel en raison de la présence de nombreuses espèces entretenant des liens de prédation ou de compétition avec lui, notamment la ouananiche, le doré jaune, le grand brochet et les meuniers.

De même, l'omble de fontaine serait marginal en amont du km 82 en raison de la prédominance des zones d'écoulement lentique, qui favorisent le développement du grand brochet au détriment de l'omble. Enfin, dans le secteur compris entre les km 68 et 82, une succession de douze obstacles et l'absence de sites de fraie limitent le potentiel pour le développement de cette espèce. De façon globale, la rivière Manouane n'est donc pas considérée comme un

cours d'eau productif pour l'omble de fontaine à l'intérieur de la zone étudiée. On trouvera un complément d'information sur le sujet dans la réponse à la question QC-59.

Lors de l'inventaire des frayères potentielles, un site propice pour l'omble de fontaine a été répertorié au km 91. Toutefois, le nombre de géniteurs susceptibles d'utiliser cette frayère potentielle apparaît très faible en raison du caractère marginal de l'omble de fontaine dans ce secteur. De plus, la prédominance du brochet vient annuler, à toutes fins utiles, sa productivité éventuelle en raison de la prédation qui s'exercerait sur les alevins d'omble de fontaine.

Compte tenu de ce qui précède, ce site potentiel de fraie n'a pas été retenu lors de l'analyse du débit réservé écologique. À noter que la prédominance du brochet dans ce secteur a été confirmée par le propriétaire de la pourvoirie Pavillon Boréal, qui exploite ce tronçon de rivière. De même, des pêches expérimentales réalisées en amont du futur barrage (km 97) n'ont pas permis de capturer d'omble de fontaine malgré un effort de 6 filets-nuits, ce qui confirme la très faible abondance de cette espèce dans le cours supérieur de la rivière Manouane.

QC-37 – Débit réservé écologique et autres débits

Afin de compléter la comparaison du débit réservé de 3 m³/s avec d'autres valeurs de débit, l'initiateur de projet présentera également le débit d'étiage de 7Q2, 0,5 et 0,3 du débit moyen annuel. On sait déjà, selon l'étude d'impact, que le débit minimal observé à ce jour est de 3,6 m³/s.

Réponse

Le 7Q2 est de 7,6 m³/s. La valeur de 0,5 du débit moyen est de 19,8 m³/s et la valeur de 0,3 du débit moyen, de 11,9 m³/s. Le tableau 5 présente ces données de façon plus synthétique.

Tableau 5 — Synthèse des valeurs de débit

Valeur	Définition	Débit (m ³ /s)
7Q2	Débit médian observé pendant 7 jours	7,6
0,5	50 % du débit moyen annuel	19,8
0,3	30 % du débit moyen annuel	11,9

QC-38 – Variations mensuelles et valeur du débit réservé écologique

Selon le tableau 5.10, le débit moyen annuel au point de coupure dans la rivière Manouane sera de 9 m³/s et le débit moyen mensuel oscillera entre 3,4 et 46,0 m³/s. L'initiateur de projet fera le point sur ces variations mensuelles et la valeur de débit réservé de 3 m³/s en précisant si cette dernière est une valeur minimale qui, selon le tableau 5.10, ne serait pas atteinte à cause des apports résiduels et de la gestion du débit dérivé vers le réservoir Pipmuacan.

Réponse

Les variations mensuelles du débit retourné à la rivière sont présentées au tableau 5.9 du rapport d'avant-projet (voir page 5-16). Le débit de 3 m³/s représente la valeur minimale du débit réservé qui sera retourné à la rivière. Ce débit empruntera deux conduites ménagées dans le barrage, à la cote 411,2. Puisque ce niveau est inférieur à la cote du canal de dérivation, Hydro-Québec sera toujours en mesure de fournir le débit réservé. Un débit de plus de 3 m³/s (131,6 m³/s) sera retourné à la rivière plus de 90 % du temps, particulièrement en période de crue.

De plus, puisque des déversements par-dessus la crête de la digue n° 1 et du barrage se produisent pratiquement chaque année, la moyenne des débits retournés à la rivière Manouane sera bien supérieure au débit réservé de 3 m³/s.

Érosion et régime sédimentaire

QC-39 – Régime érosion-sédimentation et modifications de l'habitat du poisson

À la page 5.43, l'initiateur de projet détaille, tronçon par tronçon, la sensibilité des berges de la rivière Manouane à l'érosion. On note que le tronçon compris entre les km 82 et 64,5 est particulièrement sensible à l'érosion. L'initiateur de projet devra indiquer si les changements du régime érosion-sédimentation entre ces deux points kilométriques entraîneront des modifications de l'habitat du poisson dans ces secteurs ou en aval de ceux-ci en particulier pour l'omble de fontaine.

Réponse

Comme on l'indique dans la réponse à la question QC-36, les plans d'eau devant être touchés par le projet ne sont pas tous considérés productifs pour l'omble de fontaine. Par conséquent, cette espèce présente peu de sensibilité dans la zone d'étude et elle n'a pas été prise en considération dans l'évaluation subséquente des impacts.

En ce qui concerne la ouananiche, la qualité du substrat des frayères pourrait souffrir de l'accroissement des dépôts de sable et de particules fines occasionné, d'une part, par la réduction des vitesses d'écoulement et, d'autre part, par l'augmentation temporaire de la quantité de matières en suspension attribuable à l'encaissement des tributaires et à l'exposition des nouvelles rives de la rivière Manouane.

L'ampleur de ce phénomène de sédimentation demeure difficile à préciser, puisque les frayères à salmonidés n'ont fait l'objet d'aucun suivi au complexe La Grande. On constate, toutefois, que la dérivation passée de la rivière Manouane a eu peu d'effets sur la sédimentation dans les frayères. Malgré tout, il convient de rappeler que des structures seront aménagées en guise de mesure d'atténuation afin de maintenir des vitesses d'écoulement supérieures à 0,35 m/s au-dessus des frayères les plus touchées par la réalisation du projet (F3, F5, F7, F16 et F17), ce qui devrait du même coup limiter la sédimentation. À ce sujet, voir les cartes de l'annexe S du rapport d'avant-projet

De plus, on peut souligner que des déversements se produiront chaque année dans la rivière Manouane pendant la crue printanière (mai-juin) et que la pointe de crue au barrage (km 97) atteindra en moyenne 56 % du débit naturel, ce qui devrait contribuer à limiter l'ampleur de la sédimentation dans les frayères. Au moment de la fermeture du canal de dérivation, soit environ une année sur sept, les débits de crue actuels seront déversés dans la rivière Manouane, ce qui permettra de lessiver le sable et les particules fines accumulées dans les frayères, comme c'est le cas actuellement.

Par conséquent, on considère qu'il est peu probable qu'après la réalisation du projet la sédimentation dans les frayères à ouananiche constitue un facteur limitant pour la production de cette espèce.

En ce qui concerne les autres espèces qu'on trouve dans la rivière Manouane et qui présentent un intérêt (grand brochet, grand corégone et doré jaune), l'accroissement de la sédimentation dans les frayères ne constitue pas une préoccupation importante dans le cadre de la présente étude. En effet, le grand corégone est reconnu comme une espèce peu exigeante au regard des caractéristiques des sites de fraie, puisqu'il peut déposer ses œufs aussi bien sur du sable que sur des matériaux plus grossiers.

Pour ce qui est du doré jaune, les habitats de fraie apparaissent, dans les conditions actuelles, nettement surabondants dans la portion accessible de la rivière Manouane (du km 0 au km 68) en comparaison de la superficie des zones d'écoulement calme pouvant être utilisées par cette espèce pour l'élevage et l'alimentation. En conséquence, la dégradation d'une certaine proportion des frayères n'aurait vraisemblablement pas d'incidence sur sa capacité de production.

QC-40 – Encaissement des tributaires de la rivière Manouane et accessibilité

Il est mentionné que l'encaissement des tributaires sera faible et limité par la présence d'obstacles à proximité de leur point de confluence avec la rivière Manouane. L'initiateur de projet devrait préciser si certains tributaires accessibles au poisson, incluant l'omble de fontaine, deviendront inaccessibles à la suite de la coupure de débit.

Réponse

L'encaissement des tributaires surviendra surtout en amont du lac Duhamel, entre les km 61 et 83. L'aménagement d'un seuil au km 83 aura pour effet de maintenir le niveau de l'eau à sa cote actuelle jusqu'au km 92.

Dans le tronçon qui va du km 61 au km 83, les secteurs peu sensibles à l'érosion (berges principalement constituées de till ou de till sur roc) sont situés entre les km 65 et 71. On y retrouve cinq tributaires, dont quatre s'écoulent sur du matériau peu sensible à l'érosion (till ou roc). Tel qu'il est indiqué dans le rapport d'avant-projet, on ne prévoit pas de difficultés d'accès aux tributaires. Cette hypothèse devra toutefois être vérifiée au moment des études de suivi environnemental.

QC-41 – Accessibilité et intégrité de la frayère de la rivière Houlière

L'initiateur de projet devrait préciser pourquoi l'accessibilité de la frayère de la rivière Houlière ne sera pas touchée et mentionner si son intégrité sera conservée.

Réponse

Il n'y aura pas d'encaissement dans la rivière Houlière, puisqu'il existe un seuil naturel immédiatement en amont de son embouchure. La présence de ce seuil naturel évite toute modification des niveaux de la rivière Houlière. L'intégrité de la frayère sera donc préservée. L'accessibilité à la rivière Houlière à partir de la rivière Manouane sera maintenue, puisque la baisse du niveau de la rivière Manouane (34 cm à la hauteur de la rivière en octobre, avec un débit réservé de 3 m³/s) ne sera pas suffisante pour rendre le seuil naturel infranchissable par les poissons.

La photo ci-dessous montre la confluence des rivières Houlière et Manouane. La faible hauteur du rapide à franchir conjuguée à l'abaissement du niveau d'eau fait en sorte que le rapide pourra être franchi aisément.



Figure 1 — Confluence des rivières Houlière et Manouane

Régime thermique

QC-42 – Données de caractérisation du régime thermique de la rivière Manouane

La section 5.6 présente le régime thermique des différents cours d'eau et les modifications potentielles à cette composante qui seront induites par le projet. Afin de compléter cette section l'initiateur de projet devra présenter un résumé de l'origine des données sur lesquelles il se base pour caractériser tous les secteurs des réseaux hydrographiques touchés par le projet (résultats ponctuels, données continues, etc.).

Réponse

Le régime thermique de la rivière Manouane a été caractérisé grâce à l'enregistrement de la température de l'eau dans le secteur des ouvrages projetés à une cadence horaire entre juillet et décembre 1999. L'enregistrement s'est poursuivi par la suite, et la période de mesures disponibles s'étend maintenant jusqu'à l'automne 2000. Les données enregistrées dans les rivières Sainte-Marguerite et Toulnostouc ont également été mises à profit. La figure 2 et la figure 3 présentent les données enregistrées aux km 93 et 97 de la rivière Manouane.

Les tableaux de l'annexe B présentent le détail des valeurs de température mesurées à ces endroits. Par ailleurs, les planches 1 et 2 permettent de comparer la température de l'eau et la température de l'air, et elles indiquent le débit de la rivière Manouane au même moment.

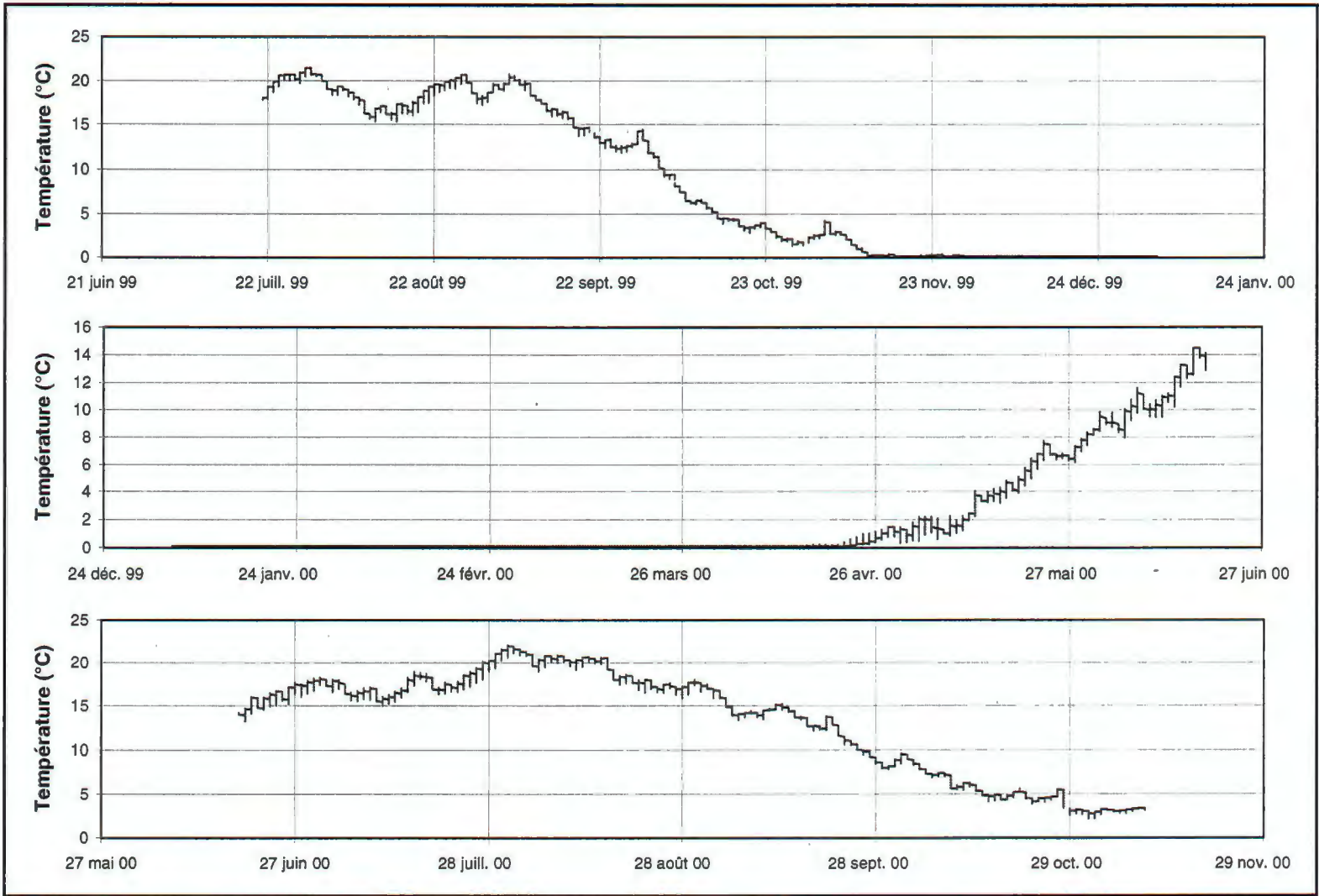


Figure 2 — Données de température enregistrées au km 93 de la rivière Manouane

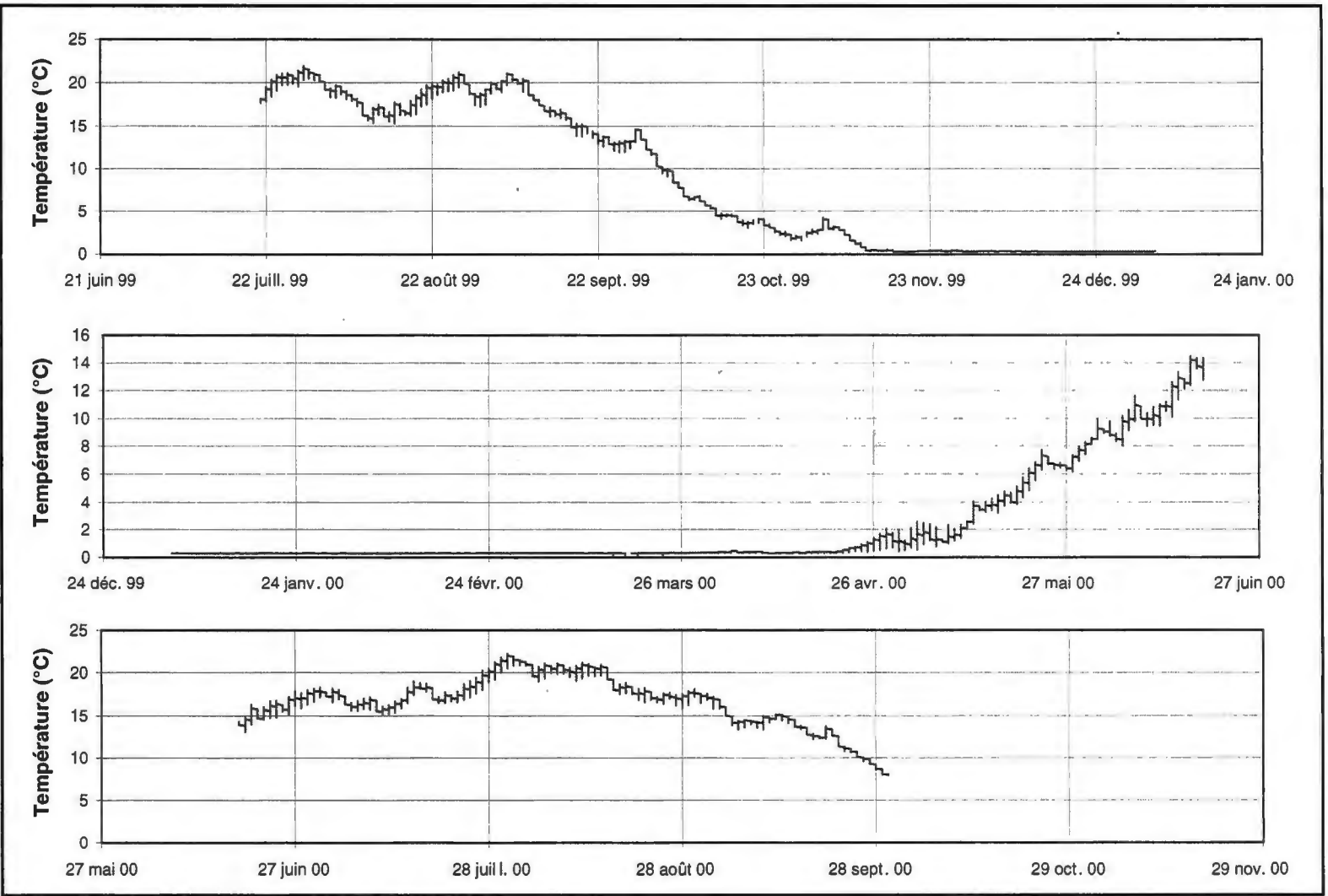


Figure 3 — Données de température enregistrées au km 97 de la rivière Manouane

QC-43 – Impacts de la diminution de température de l'eau près du point de coupure

L'initiateur de projet devrait estimer et décrire les impacts appréhendés par la diminution de la température de l'eau à faible distance du point de coupure sur la faune piscicole et benthique (croissance, reproduction...)

Réponse

Bien qu'une faible baisse de température soit appréhendée à faible distance du point de coupure, elle ne sera pas suffisamment importante pour constituer un facteur limitant de la production de poisson ; voir la section 4.1.6.1 du rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). En effet, durant la saison de croissance, la température, même si elle diminue quelque peu, demeurera dans un gradient propice à la croissance des principales espèces présentes, qui sont typiquement des espèces d'eau froide et d'eau fraîche : grand brochet (de 18 à 26 °C), grand corégone (de 13 à 17 °C), doré jaune (de 15 à 25 °C), lotte (de 15 à 18 °C), meunier noir (de 24 à 27 °C), outouche (préférendum thermique final de 22 °C), et ménomini rond (préférendum thermique final de 17 °C).

Au printemps, la crue et la fraie printanière (grand brochet et meuniers) se produiront avant que ne s'établisse une stratification thermique dans le lac du Grand Détour. La température des eaux déversées demeurera dans le gradient de fluctuations thermiques actuel. On n'appréhende pas de perturbation des activités de fraie, certaines espèces devant, tout au plus, frayer quelques jours plus tard qu'elles ne le font actuellement, ce qui ne compromettrait pas cette activité.

QC-44 – Impacts prévus sur les poissons

L'initiateur de projet devra compléter, pour le secteur amont du lac Duhamel, l'évaluation des impacts attendus sur les poissons (fréquence de dépassement de la température maximale tolérée par les différentes espèces présentes et des températures optimales de croissance) en utilisant les données disponibles pour le bassin versant (ou un bassin versant présentant des conditions équivalentes) pour illustrer les conditions thermiques prévalant lors des étiages estivaux sévères ainsi que les conditions qui prévaudront suite à la dérivation (réchauffement d'environ 2°C de ces températures). Les modalités de suivi de la température devront être indiquées.

Réponse

Les conditions thermiques qui prévaudront dans la rivière Manouane après aménagement ont été estimées à partir de températures mesurées dans cette rivière et dans la rivière Boucher, et sur la base d'une analyse des conditions propres à la rivière Manouane qui ont une incidence sur la variation des températures. Les impacts de la modification du régime thermique sur les poissons de la rivière Manouane sont traités au dernier paragraphe de la présente réponse.

Conditions de température actuelles

La température de l'eau dans la rivière Manouane a été enregistrée entre le 22 juillet 1999 et le 25 octobre 2000 à l'aide d'un thermographe installé au km 97. Des relevés ponctuels de température sont également disponibles pour cette rivière et pour les lacs Duhamel et du Grand Détour (Brassard, 1987 et FAPAQ, données non publiées). L'ensemble de ces données laisse supposer que les températures estivales demeurent pratiquement toujours entre 15 et 22 °C dans la rivière Manouane.

En effet, la température de l'eau enregistrée au km 97 n'a jamais atteint 23 °C entre juillet 1999 et octobre 2000 (voir le tableau 6). De plus, on a adapté les températures enregistrées

Tableau 6 — Température de l'eau mesurée à la station MANO0657, distribution des observations horaires par tranches de 1 °C

Intervalle (°C)		Du 1999-07-22 au 2000-07-21			Du 1999-10-26 au 2000-10-25		
		Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)	Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)
0,00	0,99	4 126	171,92	171,9	4 126	171,92	171,9
1,00	1,99	355	14,79	186,7	355	14,79	186,7
2,00	2,99	284	11,83	198,5	251	10,46	197,2
3,00	3,99	284	11,83	210,4	141	5,88	203,0
4,00	4,99	177	7,38	217,8	318	13,25	216,3
5,00	5,99	91	3,79	221,5	157	6,54	222,8
6,00	6,99	235	9,79	231,3	193	8,04	230,9
7,00	7,99	89	3,71	235,0	193	8,04	238,9
8,00	8,99	122	5,08	240,1	219	9,13	248,0
9,00	9,99	154	6,42	246,5	187	7,79	255,8
10,00	10,99	116	4,83	251,4	164	6,83	262,7
11,00	11,99	82	3,42	254,8	66	2,75	265,4
12,00	12,99	192	8,00	262,8	140	5,83	271,3
13,00	13,99	148	6,17	269,0	193	8,04	279,3
14,00	14,99	162	6,75	275,7	251	10,46	289,8
15,00	15,99	272	11,33	287,0	223	9,29	299,0
16,00	16,99	533	22,21	309,3	444	18,50	317,5
17,00	17,99	419	17,46	326,7	476	19,83	337,4
18,00	18,99	327	13,63	340,3	179	7,46	344,8
19,00	19,99	319	13,29	353,6	132	5,50	350,3
20,00	20,99	263	10,96	364,6	276	11,50	361,8
21,00	21,99	27	1,13	365,7	86	3,58	365,4
22,00	22,99	0	0,00	365,7	4	0,17	365,6
23,00	23,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
24,00	24,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
Total		8 777			8 774		

au km 97 pour qu'elles soient représentatives des conditions qui prévalent au km 61 : augmentation de la température d'été de 1,5 °C pour tenir compte de la baisse d'altitude d'environ

150 m entre les km 97 et 61. Les données ainsi transformées indiquent que la température de l'eau au km 61 n'a atteint 23 °C que durant une heure environ (voir le tableau 7).

Tableau 7 — Température de l'eau adaptée pour le km 61 de la rivière Manouane, distribution des observations horaires par tranches de 1 °C

Intervalle (°C)		Du 1999-07-22 au 2000-07-21			Du 1999-10-26 au 2000-10-25		
		Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)	Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)
10,00	10,99	132	5,50	243,3	188	7,83	251,3
11,00	11,99	142	5,92	249,2	190	7,92	259,2
12,00	12,99	94	3,92	253,1	119	4,96	264,1
13,00	13,99	130	5,42	258,5	102	4,25	268,4
14,00	14,99	182	7,58	266,1	134	5,58	274,0
15,00	15,99	169	7,04	273,1	274	11,42	285,4
16,00	16,99	138	5,75	278,9	192	8,00	293,4
17,00	17,99	463	19,29	298,2	312	13,00	306,4
18,00	18,99	470	19,58	317,8	541	22,54	328,9
19,00	19,99	371	15,46	333,2	317	13,21	342,1
20,00	20,99	335	13,96	347,2	112	4,67	346,8
21,00	21,99	293	12,21	359,4	263	10,96	357,8
22,00	22,99	150	6,25	365,6	160	6,67	364,4
23,00	23,99	2	0,08	365,7	28	1,17	365,6
24,00	24,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
Total		8 777			8 774		

On doit se demander dans quelle mesure les données enregistrées au km 97 entre juillet 1999 et octobre 2000 sont représentatives du régime thermique normal de la rivière Manouane. La température de l'air à la fin d'août et au début de septembre 1999 a été plus chaude que la moyenne. Dans l'ensemble, les mois de juillet et d'août 1999 et 2000 présentaient autant de moments « chauds » que de moments « froids », et peuvent être considérés comme représentatifs des conditions normales du point de vue de la température moyenne mensuelle. Les mesures enregistrées étaient donc représentatives des conditions normales de température ou de conditions plus chaudes que la normale, mais certainement pas de conditions plus froides que la normale.

Impacts sur les poissons de la rivière Manouane

Les données enregistrées au cours des années 1992 à 1994 dans la rivière Boucher — un tributaire de la rivière Betsiamites situé approximativement à la même latitude que la rivière Manouane et possédant un débit comparable à celle-ci à son point de coupure (29,4 m³/s à l'embouchure de la rivière Boucher par rapport à 39,6 m³/s au km 97 de la rivière Manouane) — vont dans le même sens que les données enregistrées dans la rivière Manouane. Au cours de cette période, les températures estivales de la rivière Boucher ont franchi la barre des 20 °C pendant moins d'une semaine en 1993 et en 1994, et elles sont demeurées sous cette

valeur en 1992. La température de l'eau y a atteint un maximum de 21,5 °C pendant ces trois années (Doyon et coll., 1994a et 1994b ; Lévesque et coll., 1995).

Conditions de température après aménagement

Dans le cas de la rivière Manouane, on prévoit qu'en aval du barrage (km 97), les températures estivales après aménagement seront légèrement plus fraîches que les températures actuelles, puisque le débit réservé en provenance du réservoir du Grand Détour sera prélevé quelques mètres sous la surface de ce plan d'eau. Cet effet s'estompera cependant au fur et à mesure qu'on s'éloignera du barrage. Ainsi, en amont du lac Duhamel (du km 61 au km 68), les modifications du régime thermique seront principalement attribuables à la diminution des profondeurs et des vitesses d'écoulement. La température moyenne journalière dans ce secteur devrait demeurer semblable à celle qu'on observe dans les conditions actuelles, mais les variations diurnes seront légèrement amplifiées. En période de canicule, on prévoit que la température maximale instantanée entre les km 61 et 68 pourrait augmenter d'environ 2 °C, ce qui est conforme aux résultats des simulations thermiques effectuées dans la rivière aux Pékans. Cette augmentation des températures deviendra probablement imperceptible à partir du lac Duhamel (du km 51 au km 61).

Impacts sur les poissons de la rivière Manouane

L'augmentation prévue des températures estivales dans le tronçon situé en amont du lac Duhamel (du km 61 au km 68) devrait avoir peu de répercussions sur la population de ouananiches vivant dans ce cours d'eau. En effet, les données disponibles indiquent que, dans les conditions actuelles, les températures estivales demeurent la plupart du temps entre 15 et 22 °C, et qu'elles dépassent rarement la valeur maximale du préférendum thermique pour la ouananiche, qui est de 20 °C (Lacasse et Magnan, 1992).

Par conséquent, on considère que le maintien des températures moyennes journalières et qu'un réchauffement maximal de l'ordre de 2 °C sur une base horaire durant les heures d'ensoleillement maximal n'entraînera pas de changements dans les habitats actuellement utilisés par les ouananiches juvéniles, ni dans le taux de croissance des individus. Selon des observations faites au km 97 et adaptées pour le km 61, seuls six jours présentent des mesures ponctuelles de température dépassant les 22 °C. Après aménagement, ce nombre de jours augmentera sans que nous puissions le quantifier précisément. Toutefois, il demeure que l'atteinte de températures d'*inconfort* pour les espèces présentes sera ponctuelle, et que ces périodes ne dureront pas plus que quelques heures. Les espèces de poissons ne présenteront pas de réactions notables à ces changements. Rappelons qu'aucune d'entre elles n'est à sa limite de son aire de distribution. De plus, les rivières de la région dont les conditions actuelles s'apparentent aux conditions qu'on observera dans la rivière Manouane après aménagement ne présentent pas de problématiques thermiques connues.

De plus, d'après les préférendums thermiques et les températures optimales de croissance des poissons d'eau douce du Québec énoncés dans Lacasse et Magnan (1992), une augmentation

des températures de l'ordre de 2 °C pourrait être profitable pour certaines espèces qu'on retrouve entre les km 61 et 68, ou en amont du km 68, puisque cela permettrait d'atteindre plus fréquemment les températures optimales de croissance pour ces espèces. C'est le cas pour le doré jaune (de 15 à 25 °C), le grand brochet (de 18 à 26 °C), la lotte (de 15 à 18 °C), le meunier noir (de 24 à 27 °C), la ouitouche (préférendum thermique final de 22 °C) et le méno-mini rond (préférendum thermique final de 17 °C).

Compte tenu du caractère ponctuel de ces dépassements et du fait que le secteur de la rivière Manouane ne représente la limite de distribution d'aucune des espèces en présence, Hydro-Québec considère que les modifications de température annoncées n'auront pas d'effets notables sur les poissons.

QC-45 – Hausse imperceptible de la température de l'eau du lac Duhamel

L'initiateur de projet devra expliquer pourquoi la hausse de température du lac Duhamel sera imperceptible malgré la diminution de l'apport d'eau de la rivière Manouane et la hausse du temps de séjour de l'eau occasionnée par l'installation d'un épi à l'exutoire de celui-ci.

Réponse

Rivière Manouane à son point de confluence dans le lac Duhamel

À son point d'arrivée dans le lac Duhamel (km 61), la rivière Manouane présente, dans les conditions actuelles, un débit moyen annuel estimé à 51 m³/s. Après aménagement de la dérivation partielle, ce débit sera d'environ 20 m³/s. Il est prévu que le régime thermique de la rivière Manouane à cet endroit subira l'influence de cette diminution de débit.

La variation de la température de l'eau s'explique par la superposition de deux composantes :

- la composante dite *lente*, qui peut se représenter par une suite de moyennes de températures de l'eau sur des durées de deux jours ou plus ;
- la composante dite *rapide*, qui est le complément à ajouter à la composante lente pour retrouver l'évolution réelle de la température de l'eau d'heure en heure.

Composante lente de la variabilité

Pour la zone des km 61 à 65 de la rivière Manouane, on estime que le débit n'a pas d'incidence sur la composante lente de la variation des températures. Celles-ci dépendent essentiellement des conditions météorologiques ambiantes.

On note toutefois qu'après aménagement, les affluents mineurs de la rivière dans le tronçon compris entre les km 61 et 97 représenteront une plus grande partie du débit de la rivière Manouane que dans les conditions actuelles. Il est possible qu'il en résulte une légère baisse

de la température de l'eau de la rivière Manouane si l'eau de ces affluents est en moyenne plus froide que l'eau de la rivière elle-même. La chose est possible, puisque les affluents mineurs sont souvent plus ombragés et plus influencés par la nappe phréatique. Cet effet n'a pas pu être évalué et n'est pas pris en compte dans la présente analyse.

Composante rapide de la variabilité

La composante rapide de la variabilité de la température de l'eau reflète, en particulier, le cycle diurne du rayonnement solaire et de la température de l'air. Par exemple, aux stations MANO0657 (km 93,4, altitude 402 m) et MANO0658 (km 96,5, altitude 411 m), la composante rapide fluctue habituellement entre +1 et -1 °C en été (voir l'annexe B).

L'amplitude de la composante rapide sera plus grande après aménagement, parce que la rivière sera, en moyenne, moins profonde en raison de la diminution du débit. Par temps clair, par exemple, l'eau pourra atteindre une température plus élevée durant le jour et plus basse durant la nuit.

Somme des composantes

La température observable de l'eau est la somme des composantes lente et rapide. Ainsi, en été, l'eau de la rivière Manouane au km 61 sera successivement plus froide et plus chaude après aménagement que dans les conditions actuelles.

On s'intéresse particulièrement à la valeur instantanée la plus élevée qui sera atteinte en période de canicule. Il est prévu qu'après aménagement, cette valeur instantanée sera plus élevée que dans les conditions actuelles. L'augmentation est estimée à un maximum de 2 °C.

Autres affluents du lac Duhamel

Deux autres affluents du lac Duhamel ont leur point de confluence en rive droite du lac, dans sa partie nord : la Petite rivière Manouane et la rivière Duhamel.

Ensemble, ces deux affluents présentent un débit moyen annuel estimé à 20,7 m³/s. Ces rivières n'étant pas touchées par la dérivation, leur débit et leur régime thermique au point de confluence sont les mêmes avec ou sans dérivation.

Lac Duhamel

Le débit total des affluents du lac Duhamel est estimé à 83 m³/s dans les conditions actuelles, et à 52 m³/s, après aménagement (estimations du module du débit journalier). Les apports hydrologiques se répartissent comme suit :

- dans les conditions actuelles, environ 60 % de ceux-ci proviennent de la rivière Manouane et 40 %, des autres affluents ;
- après aménagement, environ 39 % de ceux-ci proviendront de la rivière Manouane et 61 %, des autres affluents.

Le lac Duhamel présente deux parties qu'il est utile d'examiner séparément pour la compréhension du régime thermique :

- la partie amont, qui va du km 61 au km 58, est profonde d'environ 1 m (selon deux sections transversales relevées en 1999) ;
- la partie aval, qui va du km 58 au km 51,5 environ, où la profondeur se maintient entre 5 et 12 m environ, et où la largeur est moindre (selon cinq sections transversales relevées en 1999).

Partie amont du lac Duhamel

Après aménagement, la vitesse d'écoulement dans la partie amont diminuera d'environ 40 %, car le débit total des affluents diminuera de 40 % et le niveau du lac sera maintenu à sa valeur actuelle. Ceci allongera le temps de transit de l'eau dans la partie peu profonde du lac, ce qui pourrait faire augmenter légèrement la variabilité de la température instantanée de l'eau. Comme il est possible que cet effet soit imperceptible; il n'est pas pris en compte ci-dessous.

Dans la partie amont du lac, on peut distinguer deux zones :

- en rive droite, l'eau provenant de la Petite rivière Manouane et de la rivière Duhamel occupe environ 40 % de la largeur du lac dans les conditions actuelles ; elle occuperait environ 67 % de cette largeur après aménagement ;
- en rive gauche, l'eau provenant de la rivière Manouane occupe environ 60 % de la largeur du lac dans les conditions actuelles ; elle occuperait environ 33 % de cette largeur après aménagement.

En rive droite, la zone occupée par l'eau de la Petite rivière Manouane et de la rivière Duhamel présentera essentiellement le même régime thermique avec ou sans dérivation.

En rive gauche, dans la zone occupée par l'eau de la rivière Manouane, le régime thermique est semblable à celui de la rivière elle-même au km 61 (voir ci-dessus). À cause de cela, la température la plus élevée de l'été pourrait être au maximum de 2 °C plus élevée après aménagement que dans les conditions actuelles. En moyenne, sur des durées de deux jours et plus, la température de l'eau serait la même avec ou sans dérivation.

Partie aval du lac Duhamel

Dans la partie aval du lac Duhamel, il est prévu que la profondeur de l'eau permettra d'atténuer les différences entre la rive droite et la rive gauche et d'atténuer, par mélange latéral et vertical, les variations rapides de température de l'eau provenant de l'amont.

À proximité de la limite aval du lac, les sections transversales sont relativement étroites et profondes. L'écoulement entraîne l'eau profonde du lac vers l'exutoire et empêche la stratification thermique de s'installer de façon durable, en hiver et en été, dans le reste du lac. L'absence de stratification thermique hivernale y a été observée en décembre 1999.

Après aménagement, pendant une canicule doublée d'un étiage, il pourrait apparaître une stratification thermique momentanée dans la partie aval du lac. Une telle stratification serait plus prononcée et plus durable que dans les conditions actuelles, et l'eau superficielle pourrait y être momentanément plus chaude. Cependant l'épilimnion (couche d'eau se trouvant au-dessus de la thermocline) resterait profond de plusieurs mètres et l'atténuation de la variabilité (voir ci-dessus) aurait encore lieu.

Il est donc possible que la légère hausse de la température maximale instantanée à l'exutoire du lac dont il est question dans le rapport d'avant-projet soit, dans les faits, imperceptible.

QC-46 – Effets des changements de régime thermique sur la faune aquatique

L'initiateur de projet devra décrire les effets des changements de régime thermique dans le réservoir du Grand Détour et dans la rivière aux Hirondelles sur la faune aquatique de ces deux milieux.

Réponse

Les espèces les plus abondantes dans le lac du Grand Détour sont le grand corégone, le grand brochet et les meuniers. Ces mêmes espèces sont présentes dans la rivière aux Hirondelles, qui communique avec le réservoir Pipmuacan. Une pêche effectuée au lac Patrick a confirmé la présence du grand brochet et du grand corégone.

Après aménagement, le régime thermique du lac du Grand Détour s'apparentera à celui d'une rivière. Cette modification sera sans grandes conséquences, puisque le lac est peu stratifié dans les conditions actuelles à cause de sa faible profondeur. Les espèces recensées dans ce plan d'eau peuplent actuellement sans difficultés apparentes les milieux fluviaux des bassins hydrographiques environnants. On peut donc penser qu'elles s'accommoderont bien des nouvelles conditions, d'autant plus que les températures demeureront à l'intérieur des préférences des espèces concernées.

Après aménagement, le régime thermique de la rivière aux Hirondelles s'apparentera à celui du réservoir du Grand Détour. Pour les raisons évoquées ci-dessus, il est permis de croire que les espèces présentes n'éprouveront aucune difficulté à se maintenir et à se développer dans ce tronçon.

Qualité de l'eau

QC-47 – Méthode d'estimation de la variation du pH

À la section 5.8.2.1, l'initiateur de projet conclut qu'après la coupure, le pH du tronçon en amont du km 81 devrait connaître la baisse la plus importante car il n'y a aucun tributaire majeur dans ce secteur. Cependant, on avance que le pH ne devrait pas descendre sous 6,5, ce qui garantirait la protection de la vie aquatique. Cette section devra être complétée par une description de la méthode d'estimation de variation du pH de l'eau suite à la dérivation partielle et expliquer pourquoi le pH de 6,9 enregistré en amont du km 81 ne descendra jamais sous le critère acceptable de 6,5 pour la protection de la vie aquatique.

Réponse

En l'absence de débit réservé, la qualité de l'eau des rivières à débit réduit est fonction des apports du bassin versant immédiat, de l'érosion des berges et de la réduction de débit, lequel s'accompagne d'une baisse de la turbulence et d'une augmentation du temps de séjour des eaux (Hydro-Québec, 1993).

Dans le cas du tronçon de la rivière Manouane compris entre le km 81 et le réservoir du Grand Détour, les dépôts fluvioglaciaires et les berges constituées de sable et de sable et gravier, ne provoqueront pas de turbidité et n'auront pas d'effet sur le pH. Les petits ruisseaux drainant le bassin versant en aval du point de coupure pourraient, à la limite, apporter des eaux dont le pH est semblable aux pH mesurés dans les lacs environnants, qui est plus faible que celui de la rivière Manouane.

L'augmentation du temps de séjour des eaux devrait contribuer à faire remonter le pH. Toutefois, le principal élément qui déterminera vraisemblablement le pH de ce tronçon de rivière sera le débit de près de 9 m³/s retourné à la rivière, dont le pH oscillera autour de 6,7 durant la période de modification maximale après la mise en eau. À plus long terme le pH de cet apport sera identique à celui qu'on mesure actuellement dans la rivière Manouane en amont du point de coupure, soit environ 6,9.

QC-48 – Diminution de la saturation en oxygène dans la rivière Manouane

À la page 5.6.2, on discute de la saturation en oxygène et on conclut que le critère de protection de la vie aquatique sera respecté en tout temps. Une clarification devra être apportée sur la diminution de saturation en oxygène qui s'effectuera dans tout le cours de la rivière Manouane et détailler celle-ci dans chacun des quatre tronçons de la rivière, de façon à mettre en évidence les impacts de cette diminution sur la faune aquatique, en particulier les espèces sensibles comme la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Selon les indices de modification calculés pour le réservoir du Grand Détour et qui sont présentés au tableau 5.37 du rapport d'avant-projet (voir page 5-63) — et plus spécifiquement selon l'indice global de modification et l'indice de déficience en oxygène dissous —, le taux de saturation en oxygène dissous de la plus grande partie du réservoir (au moins 70 % de celui-ci) demeurera toujours supérieur au critère de qualité pour la protection de la vie aquatique. Pour les espèces d'eau froide, celui-ci correspond, selon le MENV, à un intervalle compris entre 54 et 63 % de saturation suivant la température de l'eau. Cette évaluation est valable pour la fin des deux premiers hivers, lorsque l'activité de décomposition des matières organiques submergées sera maximale. Pour le reste de l'année, les teneurs en oxygène dissous seront toujours supérieures au critère de qualité. Après cette période d'environ deux ans, elles deviendront graduellement comparables à celles qu'on mesure dans lacs naturels de la région.

Selon le pire scénario, le débit réservé de 3 m³/s apporterait au tronçon 4 de la rivière Manouane des eaux provenant de la zone du réservoir où la teneur en oxygène dissous sera faible ; celle-ci représente au maximum 30 % du réservoir. La présence d'une série de rapides entre le barrage et le km 93 permettrait alors, selon toute vraisemblance, une réoxygénation des eaux à un niveau de saturation dépassant le critère de qualité du MENV pour la protection des espèces d'eau froide. Ce critère serait donc respecté pour le tronçon 4 de la rivière Manouane, c'est-à-dire entre les km 81 et 93.

De plus, même si la zone de rapides ne parvenait pas à réoxygéner suffisamment les eaux en provenance du réservoir, la durée de la déficience serait vraisemblablement trop courte pour que l'ensemble du tronçon devienne problématique. La réaction habituelle des poissons, en réponse à une déficience en oxygène dissous, est de fuir la zone perturbée lorsque la chose leur est physiquement possible. Or, les poissons pourront se déplacer librement jusqu'au km 83, où un seuil est prévu. À cause des apports naturels à ce tronçon, qui contiendront des eaux bien oxygénées, et en raison de la formation de la glace, qui fournit de l'oxygène à la couche d'eau sous-jacente, il y aura toujours un certain volume d'eau du tronçon 4 où la teneur en oxygène dissous sera propice à la survie des poissons à la fin de l'hiver. Dès le dégel, ou même avant, avec les évacuations d'eaux de surface en crue printanière, la réoxygénation sera complète.

Le programme de suivi environnemental permettra de connaître le taux d'oxygène dissous au point de restitution du débit réservé. Des mesures pourront être prises pour favoriser la réoxygénation des eaux si la situation l'exige.

Le long du tronçon 3, situé entre les km 81 et 61, plusieurs séries de rapides permettront une réoxygénation des eaux jusqu'à une valeur proche du point de saturation. Pour la majeure partie du tronçon 3 et pour les tronçons 2 et 1, jusqu'à l'embouchure de la rivière Manouane, les teneurs en oxygène dissous demeureront toujours près du niveau de saturation. Ainsi, pour les tronçons où la ouananiche est un enjeu, les eaux de la rivière Manouane demeureront saturées en oxygène dissous.

Végétation aquatique et riveraine

QC-49 – Impacts des modifications à la végétation aquatique et riveraine

L'initiateur de projet devrait décrire les impacts, à court et moyen terme, de la modification de la végétation aquatique et riveraine sur l'habitat de fraie du grand brochet (rivière Manouane et Péribonka) et la perchaude (rivière Péribonka), sur l'habitat de frai, d'alimentation et d'abri que procure cette végétation à diverses espèces aquatiques.

Réponse

Typiquement, la végétation riveraine inondée produit une grande quantité de nourriture pour les poissons sous forme de plancton et d'invertébrés, tout en fournissant un substrat de fraie et une protection pour les alevins et les fretins contre les courants et les prédateurs (Goupil, 1998).

À court terme, le grand brochet devrait bénéficier de l'extension de la bande riveraine herbacée, car cette espèce privilégie la végétation herbacée de type graminéoïde pour le dépôt des œufs lors de la fraie printanière (Vallières et Fortin, 1988). À plus long terme, la bande riveraine herbacée actuelle sera progressivement colonisée par l'arbustiaie riveraine qui sert davantage d'abri pour les fretins et les alevins des espèces qui peuplent la rivière Manouane. Par rapport aux conditions actuelles, l'accroissement du temps de résidence des eaux dans les milieux inondés favorisera aussi une meilleure production zooplanctonique (Alliance Environnement, 2000) favorable, notamment, au doré jaune, aux meuniers et aux autres espèces de poissons-proies.

Ce phénomène se manifestera à différents degrés tout le long de la rivière en fonction de l'ampleur de la réduction des débits. Près du point de coupure, l'écart entre les débits d'étiage et les débits de crue devrait favoriser le maintien d'une plaine inondable relativement large dans les zones en pente faible. En aval du lac Duhamel, on estime que les modifications attendues en ce qui concerne la végétation riveraine n'auront pas de répercussions perceptibles sur la production de poisson, laquelle subirait davantage l'influence d'autres facteurs.

Dans la rivière Péribonka, la perchaude est absente en amont de la centrale de Chute-du-Diable, et ne serait donc pas touchée par le projet. Rappelons que les modifications de niveaux dans la rivière Péribonka ne sont pas significatives.

QC-50 – Déboisement et nettoyage du futur réservoir

À plusieurs reprises dans l'étude, il est question du déboisement et du nettoyage du futur réservoir. Il serait intéressant que ces informations soient regroupées dans un même tableau où on retrouve les superficies déboisées ou nettoyées, les méthodes utilisées et les cotes correspondantes. Si des travaux semblables sont prévus à la rivière aux Hirondelles, ils seront inclus dans ce tableau.

Réponse

Le tableau 7.9 du rapport d'avant-projet (voir page 7-77) contient l'information demandée. Pour plus précision, le tableau aurait pu s'intituler : « Opérations de récupération et biomasse à déblayer ». On y aborde la question de la récupération des strates exploitables (420 ha).

La méthode de déboisement pourrait consister en l'abattage, le ramassage et le brûlage sur place de la biomasse, et ce, pour toutes les catégories de terrain (voir la colonne *Lieu* du tableau 7.9 du rapport d'avant-projet). Quant aux résidus de la récupération, ceux-ci pourraient être éliminés, vraisemblablement par brûlage, là où ils sont empilés. La méthode d'exploitation des bois marchands est celle intitulée *Arbres entiers*. La méthode à utiliser sera précisée à l'étape de la réalisation du projet.

La cote limite est définie en fonction de la cote d'inondation retenue de 418 m, à laquelle on a ajouté, en bordure du périmètre, une largeur de 3 m pour constituer une berge naturelle.

En ce qui concerne la rivière aux Hirondelles, selon le tableau 7.10 du rapport d'avant-projet (voir page 7-80) aucune intervention forestière n'est prévue.

QC-51 – Superficies de végétation aquatique et riveraine ennoyées

À la section 6.2.2.2, l'initiateur de projet spécifiera si les 486 ha de végétation riveraine et aquatique ennoyée s'ajoutent ou sont inclus dans la superficie de 564 ha annoncée plus haut. La question vaut également pour les 420 ha qui font l'objet de récupération (p. 7-77).

Réponse

La valeur de 486 ha de végétation aquatique et riveraine qui sera ennoyée par suite de la création du réservoir du Grand Détour provient du tableau 6.2 du rapport d'avant-projet (voir page 6-6). Cette valeur englobe 374 ha d'arbustaises et 112 ha d'herbacées en bordure de la rivière Manouane (en amont du km 97), de la rivière du Grand Détour, du lac du Grand Détour et du ruisseau Rond.

Par ailleurs, la superficie totale des terrains qui seront submergés atteint 1 234 ha (voir le tableau 7.8 du rapport d'avant-projet à la page 7-75). Cette superficie comprend 685 ha de terrains forestiers productifs et accessibles, dont 420 ha feront l'objet de récupération. Les

374 ha d'arbustaises ne sont pas compris dans ce dernier chiffre, puisqu'il ne s'agit pas de terrains forestiers productifs. En ce qui concerne la valeur de 564 ha mentionnée dans la question, on ne la retrouve pas dans le rapport d'avant-projet.

QC-52 – Inondation et lessivage des nouvelles berges par les crues printanières

Une nuance devrait être apportée concernant le fait que, très régulièrement, une crue printanière très forte comparativement aux débits après aménagement viendra lessiver ou à tout le moins inonder les nouvelles berges, risquant ainsi de compromettre le nouvel équilibre floristique. Ce phénomène devra être pris en compte dans l'évaluation des impact. Le qualitatif « transitoire » de la section 6.2.2.5 risque de ne pas être approprié.

Réponse

Seule la portion de berge nouvellement exondée pourrait être maintenue instable par le retour périodique d'une crue normale, puisque l'étage supérieur sera davantage colonisé par des arbustes, comme l'aulne, qui peuvent tolérer un haut niveau d'inondation et de forts courants.

Cette bande se recouvrira rapidement d'herbacées, et sa stabilité sera conditionnée par le type de plante qui s'y développera. En fait, si les plantes ont un système racinaire développé et un processus de colonisation rapide (accentué, par exemple, par un mode de reproduction végétatif), elles formeront rapidement un tapis dense et inextricable offrant davantage de résistance aux crues.

Il se peut que l'instabilité de la bande herbacée se maintienne durant quelques années, le temps que des espèces plus aptes et/ou plus tolérantes apparaissent et se développent. La recolonisation végétale de la rivière Koksoak, qui présente un retour à des débits de crue naturels de façon atypique, s'est effectué très rapidement (Denis et Hayeur, 1998).

Plancton et benthos

QC-53 – Comparaisons entre la rivière Manouane et les rivières Eastmain et Opinaca

Aux sections 6.3.1.1 et 6.3.1.2, l'initiateur de projet fait référence aux rivières Eastmain et Opinaca afin d'établir des comparaisons avec la rivière Manouane. Il devra expliquer en quoi ces rivières sont comparables (position géographique, débit, régime thermique, qualité de l'eau etc.) et quelle est la portée de cette comparaison.

Réponse

Les rivières Eastmain et Opinaca (52,3° N) sont situées à des latitudes et dans des zones climatiques assez comparables à celles de la rivière Manouane (50° N). Selon la classification numérique des climats de Litynski (1984), les deux zones présentent un climat subpolaire continental, mais la zone de la rivière Manouane reçoit plus de précipitations (de 800 à 1 350 mm) que la zone des rivières Eastmain et Opinaca (de 450 à 800 mm).

Les débits moyens annuels avant et après coupure sont respectivement de 980 et 95 m³/s à l'embouchure de la rivière Eastmain, de 260 et 35 m³/s à l'embouchure de la rivière Opinaca, enfin, de 106 et 75 m³/s à l'embouchure de la rivière Manouane (c'est-à-dire à son point de confluence avec la rivière Péribonka). Dans le secteur des travaux, le débit moyen annuel passera de 39,3 à 9 m³/s.

En ce qui concerne la sédimentométrie, il importe de rappeler que les rivières Eastmain et Opinaca coulent sur l'ensemble de leur parcours dans la zone d'influence de la mer de Tyrrell. Leurs rives sont donc caractérisées par une dominance de sédiments fins. En comparaison, les rives de la rivière Manouane sont principalement composées de sable ou de sable et gravier.

Les espèces de poissons présentes dans la rivière Manouane se retrouvent également dans les rivières Eastmain et Opinaca.

Les principaux écarts dans les conditions qui prévalent dans le secteur de la rivière Manouane et dans celui des rivières qui servent de base de comparaison concernent l'importance relative du débit dérivé, qui est moindre dans le cas de la rivière Manouane, et la quantité de sédiments fins, qui est également inférieure. Ces écarts laissent prévoir un impact moindre pour la rivière Manouane que pour les rivières Eastmain et Opinaca. Il apparaissait donc pertinent d'utiliser les enseignements tirés des études menées sur ces deux rivières pour illustrer certains impacts du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane.

QC-54 – Réduction du débit et déficit d'organismes benthiques en aval du point de coupure

À la page 6-16, l'initiateur de projet mentionne un léger déficit en matière de biomasse totale d'organismes benthiques qui sera occasionné par la perte de la dérive d'organisme en provenance de la partie amont de la rivière Manouane et par l'exondation de 6 à 27 % des superficies mouillées. Celui-ci devrait donc fournir une estimation de ce déficit pour les quatre tronçons de la rivière, avec et sans les mesures d'atténuation.

Réponse

L'impact de la diminution de la dérive sur les communautés d'invertébrés benthiques sera faible et limité à la portion de la rivière Manouane située immédiatement en aval du point de coupure. Ainsi, Townsend et Hildrew, 1976 (dans Sheldon, 1984) ont estimé qu'en moyenne 3,6 % de la biomasse totale des organismes benthiques dérivent quotidiennement. Cependant, ce renouvellement continu est de faible ampleur spatiale, puisque la majorité des colonisateurs ne se déplacent que de quelques mètres avant de se rétablir de nouveau (McLay, 1970 ; Elliott, 1970 ; Townsend et Hildrew, 1976 dans Sheldon, 1984). On peut donc estimer que la biomasse des organismes benthiques en dérive diminuera en proportion de la coupure de débit, soit de 77 %, et que ceci se traduira par une diminution de 2,8 % de la biomasse totale des organismes benthiques disponibles immédiatement en aval du point de coupure ($3,6 \% \times 77 \% = 2,8 \%$).

Plus en aval du point de coupure, la proportion des invertébrés benthiques qui sera perdue en raison de l'exondation des berges devrait correspondre approximativement à la proportion de la superficie mouillée qui sera perdue (par exemple, une exondation de 6 % des superficies mouillées devrait conduire à une perte de 6 % de la biomasse). Cette perte de biomasse totale due à l'exondation comprendra la perte de la dérive qui en fait partie.

Il est difficile de prévoir avec précision la production de benthos dans la portion de rivière qui demeurera inondée. Les études menées dans la rivière Eastmain, avant et après la coupure du débit engendrée par la mise en eau et l'exploitation des réservoirs du complexe La Grande, ont démontré que les biomasses zoobenthiques récoltées sur des substrats artificiels après la coupure du débit étaient plus élevées qu'avant ou que dans des plans d'eau de référence (Boudreault et Roy, 1985). Cependant, des échantillonnages du substrat naturel (prélèvements par benne) dans les rivières Eastmain et Opinaca ont démontré des biomasses zoobenthiques relativement faibles la quatrième année après la dérivation (Boudreault, 1985).

En contrepartie, dans la rivière Manouane, et à l'instar de ce qui a été observé dans les cas similaires, l'eau provenant du lac du Grand Détour rehaussé sera plus riche en éléments nutritifs par suite de la décomposition de la matière organique ennoyée. Cet enrichissement organique, jumelé à l'augmentation permanente du temps de séjour de l'eau causé par la réduction du débit et la construction d'ouvrages de retenue (seuil au km 83 et épi à l'embouchure du lac Duhamel), favorisera une augmentation de la productivité primaire et secondaire, laquelle se

traduira par une augmentation des biomasses phytoplanctonique, zooplanctonique et zoobenthique par unité de surface. À la lumière de ces connaissances, nous estimons que les effets antagonistes des pertes de superficies mouillées, d'une part, et de l'augmentation du temps de séjour et de la matière organique, d'autre part, n'auront pas d'impact négatif sur la biomasse de la faune benthique. En conséquence, la faune ichtyenne utilisant cette ressource ne subira pas d'impacts significatifs. Dans les rivières Eastmain et Opinaca, on a au contraire observé une augmentation de la biomasse de la plupart des espèces présentes. Cela, sans doute, en réponse à une augmentation de la biomasse des invertébrés, toutes causes confondues.

QC-55 – Ampleur des gains et des pertes sur le plancton et le benthos

Le tableau 6.5 de la page 6-19 présente le bilan des principaux impacts sur le plancton et le benthos des différents secteurs qui seront touchés par le projet. L'initiateur de projet devra décrire l'ampleur des gains et des pertes en fonction des espèces touchées par ces impacts dans chaque secteur, ceci avec et sans les mesures d'atténuation prévues.

Réponse

L'ampleur des gains et des pertes est présentée ci-dessous séparément pour les trois secteurs qui seront touchés par le projet soit, la rivière Manouane, le lac du Grand Détour et la rivière aux Hirondelles.

Rivière Manouane

Tel qu'il est indiqué au tableau 6.5 du rapport d'avant-projet (voir page 6-19), les principaux impacts appréhendés dans la rivière Manouane par suite de la coupure du débit sont une augmentation de la densité du zooplancton et une diminution de la biomasse benthique. Ces changements auront aussi des répercussions sur les populations de poissons. Ces impacts sont prévus avec et sans la mise en place de mesures d'atténuation (débit réservé de 3 m³/s et aménagement d'un épi au km 50 et d'un seuil au km 83).

On peut estimer l'ampleur des gains en zooplancton en se basant sur les résultats observés dans les rivières Eastmain et Opinaca après la coupure du débit. Les études sur ces rivières ont démontré que le principal facteur qui détermine la production zooplanctonique est le temps de séjour de l'eau (Roy, 1985). La coupure de 90 % du débit de la rivière Eastmain et de 87 %, du débit de la rivière Opinaca a fait augmenter le temps de séjour de l'eau et la production zooplanctonique. En effet, entre 1978-79 et 1984, celle-ci est passée de moins de 1 mg/m³ pour les deux rivières à plus de 21 mg/m³ dans la portion aval de la rivière Eastmain, et à 3,4 mg/m³ à la confluence des rivières Eastmain et Opinaca. L'aménagement de seuils sur la rivière Eastmain en 1982 a fait augmenter le temps de séjour de l'eau de 22 à 43 jours, ce qui a engendré une hausse de la production zooplanctonique, qui est passée de 15 à plus de 21 mg/m³ en 1984.

Dans la rivière Manouane, la réduction du débit moyen annuel de plus de 85 % (sans débit réservé) ou de 78 % (avec un débit réservé de 3 m³/s) pourrait entraîner une augmentation de productivité zooplanctonique similaire à celle observée dans les rivières Eastmain et Opinaca, soit une augmentation de l'ordre de 3 à 20 fois la production actuelle.

En ce qui concerne le benthos, la perte de biomasse par diminution de la dérive et par exondation des rives de la rivière Manouane est estimée entre 2,8 et 27 % selon les tronçons, avec les mesures d'atténuation proposées : perte de 2,8 % attribuable à la réduction de la dérive au point de coupure plus pertes de 0 à 24 % attribuables à l'exondation des rives. Sans les mesures d'atténuation, ces pertes pourraient atteindre de 7 à 62 % selon les tronçons.

Il est difficile d'estimer l'ampleur des gains ou des pertes qui seront occasionnés aux différentes espèces de poissons de la rivière Manouane par l'augmentation de la productivité zooplanctonique et la diminution de la biomasse zoobenthique. Par exemple, dans les rivières Eastmain et Opinaca, 16 ans après la coupure du débit, soit en 1996, les sections lentiques présentaient une augmentation globale de la productivité ichtyenne d'environ 88 % (Deslandes et coll., 1993). Le meunier rouge, le meunier noir, le doré jaune et le grand brochet sont les espèces qui ont connu la plus forte augmentation de productivité. L'esturgeon jaune a connu une augmentation de productivité plus faible que les espèces précédentes, tandis que la productivité du grand corégone et du cisco de lac est demeurée stable.

Les sections lotiques présentaient quant à elles un bilan global négatif, avec une diminution de productivité ichtyenne d'environ 33 %. Cette diminution a touché le grand brochet, le doré jaune et l'esturgeon jaune. La productivité du meunier noir, du cisco de lac et du grand corégone est demeurée stable, alors que celle du meunier rouge a considérablement augmenté.

Ces observations laissent supposer que, globalement, les effets positifs pour les poissons de l'augmentation de la productivité zooplanctonique dans les sections lentiques dépassent les effets négatifs engendrés par la perte de biomasse zoobenthique. L'inverse serait vrai dans les sections lotiques, lesquelles ne sont pas propices à la croissance du zooplancton.

Lac du Grand Détour

Les impacts appréhendés dans le lac du Grand Détour par suite de la mise en eau sont une augmentation de la densité et de la biomasse du zooplancton, et une augmentation de la biomasse zoobenthique. Aussi, la mise en eau va faire tripler la superficie du lac, ce qui agrandira d'autant l'habitat du poisson et qui aura pour effet d'augmenter la biomasse ichtyenne. Aucune mesure d'atténuation n'est prévue pour ce secteur.

Dans le réservoir La Grande 2, il s'est produit une forte augmentation de la densité du zooplancton (facteur multiplicatif de 3 à 4 en moyenne aux stations lacustres) au cours des trois années qui ont suivi la mise en eau (1980, 1981 et 1982). En 1984, les densités ont diminué, mais sont demeurées à un niveau plus élevé qu'avant la mise en eau avec une augmentation de 48 % de la densité de zooplancton exprimée en mg/m³ (Roy, 1985). En règle générale, dans les

réservoirs la productivité à l'hectare est maintenue semblable à celle des plans d'eau naturels. Dans tous les cas, l'accroissement de la superficie de l'habitat a pour effet de faire augmenter d'une manière très importante la biomasse totale produite.

Dans le réservoir Opinaca du complexe La Grande, les fluctuations d'abondance du zooplancton aux stations situées dans le parcours des eaux (c'est-à-dire dans le courant) ont été similaires à celles des lacs témoins. Par contre, à la station située en périphérie du réservoir, il s'est produit une forte augmentation de la densité zooplanctonique au cours des trois années qui ont suivi la mise en eau, puis la densité est revenue au même niveau qu'avant la mise en eau (Roy, 1985). Dans cette même étude, on estime que la réponse du zooplancton à la mise en eau est fonction du rapport entre la *surface terrestre inondée* et la *surface totale du réservoir* ; ce rapport, qui était de 0,85 au réservoir La Grande 2 et de 0,6, au réservoir Opinaca, sera de 0,66 pour le réservoir du Grand Détour. La réponse du zooplancton dans ce réservoir devrait donc ressembler à celle observée dans le réservoir Opinaca. Puisque la superficie du lac du Grand Détour va tripler, le résultat final sera une augmentation équivalente de la biomasse totale du zooplancton disponible pour les poissons.

En ce qui concerne le zoobenthos, on a constaté, dans les réservoirs La Grande 2 et Opinaca, que les plans d'eau en formation soutenaient une faune d'invertébrés relativement diversifiée, comparable, en termes de grands groupes taxonomiques, à celle observée dans les lacs et rivières de la région (Boudreault et Roy, 1985). La densité des invertébrés dans les zones nouvellement inondées du réservoir du Grand Détour devrait donc être similaire à celle présente actuellement dans le lac, ou même supérieure, puisque les nombreux supports que représentent la végétation terrestre submergée offrent des surfaces de colonisation grandement supérieures à celles présentes dans les milieux naturels. La biomasse zoobenthique totale devrait donc être au moins trois fois plus grande qu'elle n'est actuellement.

L'augmentation de la biomasse totale des poissons prévue dans le réservoir du Grand Détour a déjà été précisée dans le rapport d'avant-projet.

Rivière aux Hirondelles

Les impacts prévus dans la rivière aux Hirondelles sont, à moyen terme, une augmentation de la dérive d'invertébrés en provenance du réservoir du Grand Détour et, à long terme, une diminution de la production de zooplancton et de benthos en raison de l'augmentation de la vitesse d'écoulement (temps de séjour de l'eau plus court) et de la baisse de niveau du lac Patrick.

Les résultats des études menées dans les voies de détournement du complexe La Grande sont difficilement applicables pour prédire ce qui se produira dans la rivière aux Hirondelles. Ainsi, le détournement Boyd-Sakami a engendré une forte hausse des débits, qui sont passés de 200 à 1 000 m³/s à l'exutoire du lac Sakami. Sur le parcours du détournement Laforge, les débits moyens annuels sont passés de 30 à environ 800 m³/s. Bien qu'elles soient de proportions similaires, ces augmentations de débit sont sans commune mesure avec l'augmentation prévue dans la rivière aux Hirondelles, qui verra son débit moyen annuel passer de 1,2 à 32 m³/s.

Poisson

Habitat et communauté

QC-56 – Méthode de détermination des pertes et des gains d'habitat

Afin de compléter la section 6.4.2.1, l'initiateur de projet présentera la méthode utilisée pour la détermination des pertes et des gains d'habitat et de capacité de production pour toutes les espèces de poisson, incluant l'omble de fontaine et pour toutes les parties des réseaux hydrographiques touchées par le projet. Il devrait également présenter les pertes et les gains anticipés par espèce de manière détaillée, en termes de superficie d'habitat et de production (kg de poisson).

Réponse

Les méthodes utilisées pour évaluer les pertes et les gains d'habitats et de capacité de production sont expliquées en détail dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). Les résultats obtenus pour chacune des espèces cibles sont résumés dans les tableaux 6.13 et 6.14 du rapport d'avant-projet (voir pages 6-45 et 6-46). Ces résultats excluent toutefois l'omble de fontaine, qui n'a pas fait l'objet d'une analyse détaillée en raison de son caractère marginal dans la zone étudiée. En effet, comme on l'explique dans les réponses aux questions QC-59 et QC-60, l'omble de fontaine présente peu de sensibilité dans la zone d'étude et n'a donc pas été pris en considération dans l'évaluation subséquente des impacts, ni dans l'analyse du débit réservé écologique.

À noter, cependant, qu'on a révisé les pertes de superficies de fraie pour la ouananiche afin de tenir compte de l'effet du régime des glaces et du frasil en période hivernale (voir la réponse à la question QC-61). Ainsi, les pertes de frayères à ouananiche totalisent près de 5 000 m² selon la nouvelle évaluation plutôt que les 3 000 m² qu'annonce le tableau 6.14 du rapport d'avant-projet (voir page 6-46). Par ailleurs, il convient de souligner que les éventuels gains de production chez le doré jaune et la ouananiche (après application des mesures d'atténuation et de compensation) n'ont jamais fait l'objet d'une évaluation détaillée, à défaut de modèles de prédiction suffisamment précis.

QC-57 – Provenance des données d'inventaire des jeunes ouananiches

En ce qui concerne l'inventaire des jeunes ouananiches, l'initiateur de projet précisera si l'estimation de la densité des jeunes ouananiches de la rivière Manouane est basée uniquement sur les résultats de la campagne de pêche à l'électricité de 1999 figurant à l'annexe F. Si ce n'est pas le cas, l'initiateur de projet devrait présenter les données supplémentaires ainsi que leur provenance.

Réponse

Les données de pêche à l'électricité présentées dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000) et à l'annexe F du rapport d'avant-projet constituent les seules données disponibles sur les densités de ouananiches juvéniles qu'on retrouve dans la rivière Manouane.

QC-58 – Méthode de caractérisation des frayères

L'initiateur de projet devra décrire succinctement la méthode employée pour la caractérisation des frayères existantes et potentielles présentes dans tous les secteurs des réseaux hydrographiques touchés par le projet Manouane pour chaque espèce de poisson, incluant l'omble de fontaine.

Réponse

Dans un premier temps, une analyse des photographies aériennes à l'échelle de 1 : 15 000 a été réalisée afin de repérer les types de faciès d'écoulement et de substrat présents dans l'ensemble des plans d'eau devant être touchés par la réalisation du projet : rivière Manouane, rivière aux Hirondelles et zone d'ennoiement du futur réservoir du Grand Détour. Ces travaux ont permis d'obtenir une première évaluation des sites potentiels de fraie pour la ouananiche, l'omble de fontaine, le doré jaune et le grand corégone. Par la même occasion, les zones de végétation aquatique et riveraine ont été délimitées en bordure de ces plans d'eau, ce qui a permis de localiser les sites potentiels de fraie pour le grand brochet.

À la suite de ces travaux de photo-interprétation, des inventaires sur le terrain ont été planifiés afin de caractériser de façon plus précise les sites pouvant être utilisés par la ouananiche, l'omble de fontaine et le doré jaune. Les méthodes appliquées au cours de ces travaux sont décrites dans l'annexe C du rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). À noter que dans le cas des frayères à doré jaune, l'inventaire a été réalisé après l'édition du rapport d'avant-projet. Les résultats obtenus lors de cet inventaire sont donc également présentés dans le rapport sectoriel sur les poissons.

QC-59 – Rareté de l'omble de fontaine dans les rivières Manouane et Péribonka

Aux pages 6-20 et 6-21, il est mentionné que l'omble de fontaine serait plutôt rare dans les rivières Manouane et Péribonka et semblerait marginal dans les lacs Duhamel, du Grand Détour et Patrick. L'initiateur de projet devrait préciser cette affirmation et décrire les éléments qui lui ont permis d'en arriver à ce constat.

Réponse

Voici l'information qui a été utilisée pour déterminer l'abondance des populations d'ombles de fontaine dans les plans d'eau touchés par le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane :

- Des pêches à l'électricité ont été réalisées dans la rivière Manouane entre le 15 et le 22 septembre 1999. Un total de six stations de pêche ont été choisies. Trois de ces stations étaient situées près de l'embouchure de la rivière Manouane, entre les km 4 et 10, et deux autres en amont du lac Duhamel, entre les km 61 et 64. La dernière station se trouvait à l'embouchure de la rivière du Castor-Qui-Cale, à proximité du km 35.

À chaque station de pêche, un minimum de trois parcelles ouvertes de 100 m² ont été échantillonnées. De plus, une parcelle fermée a été couverte en amont du lac Duhamel. Au total, 22 parcelles ont ainsi été échantillonnées. Les principales espèces récoltées au cours de ces pêches ont été le chabot visqueux, la lotte, le naseux des rapides, ainsi que d'autres cyprins non identifiés. Un seul spécimen d'omble de fontaine a été capturé lors de ces pêches, dans une des parcelles situées à l'embouchure de la rivière du Castor-Qui-Cale. Ces résultats tendent à confirmer l'hypothèse selon laquelle l'omble de fontaine serait plutôt rare dans les rivières Manouane et Péribonka, mais qu'il serait plus abondant dans les tributaires.

- Des pêches effectuées en 1981 par le MLCP dans le lac Duhamel (du km 51 au km 61) ont permis de recenser dix espèces de poissons dans ce plan d'eau : ouaniche, doré jaune, grand brochet, grand corégone, lotte, meunier noir, meunier rouge, outouche, ménomini rond et chabot *sp.* (FAPAQ, données non publiées). L'omble de fontaine n'a pas été répertorié au cours de ces pêches.
- La Pourvoirie du Lac Duhamel et la pourvoirie Pavillon Boréal exploitent une portion importante de la rivière Manouane. Dans le secteur de la pourvoirie du Lac Duhamel, les principales espèces récoltées dans la rivière Manouane et le lac Duhamel sont la ouaniche, le doré jaune, le grand brochet et le grand corégone, alors que dans le secteur de la pourvoirie Pavillon Boréal, le grand brochet est la principale espèce récoltée dans la rivière Manouane. Sur ces deux territoires à droits exclusifs, les captures d'ombles de fontaine proviennent

essentiellement des sous-bassins qui se déversent dans la rivière Manouane, ce qui confirme encore une fois que l'omble de fontaine serait plutôt rare dans cette rivière, et qu'il serait nettement plus abondant dans ses tributaires.

- Par ailleurs, des pêches expérimentales ont été effectuées les 20 et 21 août 1999 dans le lac du Grand Détour ainsi que dans la rivière Manouane, à proximité de sa confluence avec la rivière du Grand Détour. Un effort de pêche total de 6 nuits-filets et de 12 nuits-nasses a été appliqué, en utilisant la méthode d'inventaire normalisée pour le doré jaune (MEF, 1994). Ces pêches ont permis de répertorier quatre espèces, soit le grand corégone (8,8 individus/nuit-filet), le grand brochet (5,5 individus/nuit-filet), le meunier noir (4,2 individus/nuit-filet) et le meunier rouge (0,3 individu/nuit-filet). Toutefois, aucun omble de fontaine n'a été récolté au cours de ces pêches.
- En ce qui concerne le lac Patrick, des pêches expérimentales ont été effectuées les 3 et 4 septembre 1997, en appliquant la méthode d'inventaire normalisée pour l'omble de fontaine (MEF, 1994). Un effort de pêche de 5 nuits-filets et de 3 nuits-nasses a été appliqué dans ce plan d'eau, ce qui a permis de confirmer la présence de deux espèces, soit le grand corégone (3,0 individus/nuit-filet) et le grand brochet (1,2 individu/nuit-filet). Toutefois, aucun omble n'a été récolté au cours de ces pêches.

L'ensemble des résultats présentés précédemment démontrent que l'omble de fontaine est très peu abondant dans les plans d'eau touchés par le projet, au point où il peut être considéré comme une espèce marginale dans la zone étudiée. Cette situation peut s'expliquer par la présence de nombreuses espèces entretenant des liens de prédation ou de compétition avec lui. En milieu fluvial, la ouananiche occupe généralement les meilleurs habitats d'élevage (zones de rapides et de seuils) et déplace l'omble de fontaine vers les zones d'écoulement plus lenticques qui deviennent alors limitantes pour la production d'ombles (Therrien et Lachance, 1997). Étant donné que ces dernières zones sont également fréquentées par le doré jaune et le grand brochet, deux espèces qui peuvent exercer une prédation sur lui, on comprend pourquoi l'omble de fontaine serait très peu abondant dans l'ensemble du cours inférieur de la rivière Manouane ainsi que dans la rivière Péribonka.

Par ailleurs, dans le secteur du lac du Grand Détour, du lac Patrick et de la rivière aux Hirondelles, il semble que la prédominance des zones d'écoulement lenticques favoriserait le grand brochet au détriment de l'omble de fontaine (voir la réponse à la question QC-60). La prédation exercée par le brochet limiterait considérablement l'abondance de l'omble de fontaine dans les lacs Patrick et du Grand Détour, au point où l'espèce serait incapable de s'y maintenir.

QC-60 – Habitats favorables à l'omble de fontaine dans la zone touchée par le projet

De façon globale, la rivière Manouane est considérée comme peu productive pour l'omble de fontaine, malgré le fait que cette espèce soit présente sporadiquement sur tout le cours de la rivière visé par les travaux. L'initiateur de projet devra décrire tous les habitats favorables à cette espèce dans toutes les parties des réseaux hydrographiques touchés par le projet, en particulier ceux compris entre les km 68 et 82 dont il est question à la page 6-25.

Réponse

Aires de fraie

Concernant le cours inférieur de la rivière Manouane (du km 0 au km 68) et la rivière Pérignonka, aucune information n'est disponible dans les dossiers de la FAPAQ à propos des frayères pouvant être utilisées par l'omble de fontaine. Toutefois, les habitats de fraie ne sont probablement pas limitants, puisque l'espèce peut utiliser des sites semblables à ceux utilisés par la ouananiche.

Dans le cours supérieur de la rivière Manouane (en amont du km 68), l'examen des photographies aériennes a permis de localiser quelques seuils présentant des plages de gravier propices à la fraie de l'omble de fontaine, que ce soit en aval du barrage projeté (km 97) ou dans le secteur qui sera ennoyé (voir l'annexe D du rapport d'avant-projet). Cependant, le survol en hélicoptère du secteur compris entre les km 68 et 97 n'a pas permis de repérer ces sites propices. En effet, ce secteur comporte plusieurs rapides de forte intensité ainsi que des chutes et cascades, ce qui s'accompagne d'une granulométrie beaucoup trop grossière pour l'omble de fontaine. Une petite frayère d'un peu moins de 100 m² a néanmoins été repérée près du km 91 (frayère F15).

Dans le secteur du lac du Grand Détour, les travaux de photo-interprétation indiquent que la rivière du Grand Détour et le tributaire situé à l'est du lac du Grand Détour présentent un certain potentiel pour la reproduction de l'omble de fontaine. Toutefois, la dominance du sable dans les sites identifiés limite probablement leur utilisation par les géniteurs.

Enfin, dans le secteur de la rivière aux Hirondelles, aucune frayère potentielle à omble de fontaine n'a été découverte dans l'exutoire du lac Patrick ni dans le principal tributaire de ce plan d'eau (exutoire du lac Numéro Deux), les tronçons parcourus étant composés de méandres sablonneux. La photo-interprétation réalisée entre le réservoir Pipmuacan et le lac Patrick n'a fait ressortir aucune frayère potentielle à omble de fontaine dans ce secteur.

Aires d'élevage

Le potentiel des habitats d'élevage disponibles pour l'omble de fontaine a été évalué grâce à la méthode POTSAFO 2.0 développée par la FAPAQ, qui tient compte des types d'écoulement.

Cette méthode permet de catégoriser chaque segment d'un cours d'eau selon deux classes de potentiel pour l'élevage, soit lotique et lentique, un écoulement de type lotique supportant une plus grande densité de juvéniles qu'un écoulement de type lentique (Lachance et Bérubé, 1999).

Les résultats de cet exercice pour l'ensemble des plans d'eau touchés par le projet sont présentés au tableau 8. À noter que dans le cas de la rivière Manouane, on a compilé les superficies d'habitat disponibles en tenant compte des obstacles infranchissables rencontrés. Ainsi, la rivière Manouane a été subdivisée de la façon suivante :

- de l'embouchure jusqu'au premier obstacle infranchissable (km 68) ;
- du km 68 jusqu'au quatrième obstacle infranchissable (km 82,5) ;
- du km 82,5 jusqu'à la hauteur du futur barrage (km 97) ;
- du km 97 jusqu'au km 128.

Tableau 8 — Superficies d'habitats disponibles pour l'élevage de l'omble de fontaine dans l'ensemble des plans d'eau touchés par le projet

Cours d'eau ou secteur	Superficie d'habitat ^a par catégorie			Total
	Lotique ^b	Lentique ^c	Chutes et cascades	
Rivière Manouane, km 0 à 68 ^d	16 412 (29,02 %)	40 047 (70,80 %)	100 (0,18 %)	56 559 (100 %)
Rivière Manouane, km 68 à 82,5	5 515 (33,85 %)	10 300 (63,23 %)	476 (2,92 %)	16 291 (100 %)
Rivière Manouane, km 82,5 à 97	1 400 (11,40 %)	10 644 (86,71 %)	232 (1,89 %)	12 276 (100 %)
Rivière Manouane, km 97 à 128	2 707 (8,46 %)	29 266 (91,43 %)	35 (0,11 %)	32 008 (100 %)
Tributaires n° 1, n° 2 et n° 3, et ruisseau Rond	82 (5,02 %)	1 550 (94,98 %)	0 (0)	1 632 (100 %)
Rivière du Grand Détour	598 (9,9 %)	5 445 (90,1 %)	0 (0)	6 043 (100 %)
Rivière aux Hirondelles et exutoire du lac Patrick	19 (12,0 %)	139 (88,0 %)	0 (0)	158 (100 %)

a. Les superficies d'habitats sont exprimées en unités de 100 m².

b. Rapides et seuils.

c. Chenaux, méandres, bassins et lacs.

d. À l'exclusion du lac Duhamel.

Dans la rivière Manouane, les habitats de meilleure qualité pour l'élevage des jeunes ombles sont situés entre les km 68 et 82,5 (voir le tableau 8). En effet, ce secteur est constitué à 34 % d'habitats ayant un écoulement de type lotique. Cependant, les déplacements des ombles sont

grandement restreints dans ce secteur en raison de la présence de douze chutes et cascades, dont quatre sont jugées totalement infranchissables par les salmonidés (Perron, 1994). Cette succession de douze obstacles sur une distance de 15 km combinée à l'absence de sites propices à la fraie limite vraisemblablement le potentiel de ce secteur pour le développement de l'omble de fontaine. Par ailleurs, dans le cours inférieur de la rivière Manouane (du km 0 au km 68), la présence de nombreuses espèces compétitrices et prédatrices limite également son développement, cela en dépit de la présence de 29 % d'habitats de type lotique.

À partir du km 82,5, les habitats offrant un écoulement de type lotique représentent moins de 12 % de la superficie disponible aux ombles, et ce, tant dans le cours principal de la rivière Manouane (du km 82,5 au km 128) que dans les tributaires qui seront ennoyés (voir le tableau 8). De telles conditions apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet, ce qui restreint du même coup le développement de l'omble de fontaine en raison de la prédation dont il est l'objet. Par conséquent, le grand brochet constitue vraisemblablement l'espèce dominante dans ce tronçon de rivière, ce qui a d'ailleurs été confirmé par le propriétaire de la pourvoirie Pavillon Boréal.

Ainsi, d'après les données disponibles, les populations d'ombles des secteurs se trouvant en aval du km 68 et en amont du km 82,5 sont susceptibles d'être marginales en raison de la présence de la ouananiche, du doré jaune et du grand brochet dans le premier secteur, et en raison de l'existence de conditions favorables au brochet dans le second secteur. En outre, dans le secteur compris entre les km 68 et 82,5, une succession de douze obstacles et l'absence de sites de fraie limitent vraisemblablement le potentiel pour le développement de l'omble de fontaine. De façon globale, la rivière Manouane n'est donc pas considérée comme un cours d'eau productif pour l'omble de fontaine à l'intérieur de la zone étudiée (du km 0 au km 128).

En ce qui concerne la rivière du Grand Détour, les résultats présentés au tableau 8 montrent que les conditions d'écoulement sont peu favorables pour l'élevage de l'omble de fontaine, puisque les habitats ayant un écoulement de type lentique occupent plus de 90 % des superficies disponibles. Ces conditions s'apparentent à celles qu'on retrouve dans la rivière Manouane en amont du km 82,5. Or, comme on l'a mentionné précédemment, de telles conditions apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet qu'à celui de l'omble de fontaine. Par conséquent, le grand brochet est probablement l'espèce dominante dans la rivière et le lac du Grand Détour, et l'omble de fontaine y est vraisemblablement marginal. D'ailleurs, les pêches expérimentales réalisées au cours de la présente étude confirment cette hypothèse, puisque aucun omble n'a été récolté dans ce secteur en dépit d'un effort de 6 nuits-filets.

Enfin, en ce qui concerne le secteur de la rivière aux Hirondelles, on constate que la majorité des habitats disponibles dans cette rivière et dans l'exutoire du lac Patrick présentent un faible potentiel pour l'élevage de l'omble de fontaine (88 % d'écoulement de type lentique). De plus, l'omble de fontaine doit partager ces habitats avec certaines des espèces présentes dans le réservoir Pipmuacan et dans le lac Patrick, notamment le grand brochet, le grand corégone et les meuniers, espèces avec lesquelles il entretient des relations de prédation ou de

compétition, et qui prédominent dans les zones à caractère lentique. Par conséquent, la rivière aux Hirondelles et l'exutoire du lac Patrick peuvent être considérées comme des habitats marginaux pour l'omble de fontaine.

Bilan

De façon globale, les conditions d'écoulement et les habitats disponibles dans la rivière Manouane, dans la rivière et dans le lac du Grand Détour, dans le lac Patrick et dans la rivière aux Hirondelles apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet, du grand corégone et des meuniers qu'au développement de l'omble de fontaine. Les plans d'eau devant être touchés par le projet ne sont donc pas considérés productifs pour l'omble de fontaine. Par conséquent, cette espèce présente peu de sensibilité dans la zone d'étude et elle n'a pas été prise en considération dans l'évaluation subséquente des impacts.

QC-61 – Perte par exondation de superficies de frayères à ouananiche

À la page 6-33, on établit qu'il y aura perte de superficie de frayère de 2 825 m² à ouananiche avec le maintien d'un débit réservé de 3 m³/s. Compte tenu que les apports naturels de la rivière ajoutés aux variations saisonnières du débit déversé feront en sorte de faire fluctuer les débits dans le tronçon à débit réduit, l'initiateur de projet devra préciser à quelle période de l'année correspond le calcul de la perte par exondation de 2 825 m² de frayère à ouananiche et si celle-ci est représentative de l'ensemble de la période allant du frai jusqu'à l'émergence des alevins.

Réponse

Le calcul de la perte par exondation de 2 825 m² de frayères à ouananiche correspond à la période de fraie, dont les simulations ont été réalisées pour le mois d'octobre. Cette perte ne correspond qu'à la période de fraie, mais des analyses supplémentaires ont été menées afin de tenir compte de la période hivernale. Donc, les pertes de superficies de fraie pour la ouananiche, évaluées à 2 825 m² dans le rapport d'avant-projet, ont été révisées afin de tenir compte de l'effet du régime des glaces et du frazil en période hivernale. Les résultats de cette nouvelle analyse sont présentés dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). Les conditions actuelles et futures de glace sont décrites dans le rapport d'avant-projet.

Il convient toutefois de relativiser les résultats obtenus pour la période hivernale en fonction de la largeur du cours d'eau au moment de la fraie de la ouananiche (octobre). En effet, dans un cours d'eau, on observe une diminution importante des débits entre le moment où les œufs sont déposés dans les frayères (octobre) et le moment où les débits les plus faibles sont enregistrés (étiage hivernal), ce qui suppose que le gel atteindra le substrat dans les parties les moins profondes des frayères, même en conditions naturelles. Par conséquent, on considère que le pourcentage de réduction de la largeur du chenal d'écoulement entre l'automne (octobre) et l'hiver (étiage) constitue un meilleur indicateur de l'impact réel du régime des

glaces sur les frayères. Le tableau 9 présente les résultats obtenus pour chacune des frayères étudiées, en conditions actuelles et après aménagement.

Tableau 9 — Pourcentage de réduction de la largeur du chenal dans les frayères à ouananiche entre le moment de la fraie^a et l'étiage hivernal

Frayères	Conditions actuelles (%)	Après aménagement avec débit réservé de 3 m ³ /s (%)
F2	30,4	35,1
F3	29,6	37,3
F4	51,6	44,2
F5 et F7	75,6	72,1
F9	20,9	18,1
F10	17,0	13,7
F11 et F12	1,8	4,6
F16	19,9	15,7
F17	12,4	46,9

a. La fraie a lieu en octobre.

À l'examen du tableau 9, on constate que la réduction de la largeur du chenal d'écoulement entre le moment de la fraie et l'étiage hivernal subséquent est généralement, pour la plupart des frayères étudiées, du même ordre de grandeur dans les conditions actuelles et après aménagement. Dans certains cas, on remarque que la réduction de la largeur du chenal sera légèrement plus marquée après aménagement (frayères F2, F3, F11 et F12), alors que l'inverse se vérifie également (frayères F4, F5, F7, F9, F10 et F16). Cependant, dans le cas de la frayère F17 (km 62,4), on peut noter que l'effet des glaces sera beaucoup plus important après aménagement que dans les conditions actuelles, ce qui s'explique par la faible profondeur du chenal d'écoulement à cet endroit. Ainsi, durant l'étiage hivernal, on estime que près des deux tiers (65 %) des superficies propices à la fraie sur le site F17 seront alors touchées par le gel.

On a évalué les pertes d'habitats de reproduction pour la ouananiche qui découlent de la réalisation du projet en tenant compte de l'effet du régime des glaces. Pour ce faire, on a comparé les superficies de fraie sous la couverture de glace au moment de l'étiage hivernal dans les conditions actuelles et dans les conditions futures. Cette façon de procéder permet d'évaluer les pertes d'habitats réellement productifs, puisqu'on ne tient pas compte des superficies qui sont disponibles au moment de la fraie (octobre) mais qui sont touchées par le gel au cours de l'hiver suivant. Les résultats obtenus pour l'ensemble des frayères étudiées sont présentés au tableau 10.

Au total, les pertes de frayères à ouananiche découlant de la réalisation du projet sont évaluées à près de 5 000 m², si on tient compte de l'effet du régime des glaces. Les pertes les plus importantes (3 950 m²) sont enregistrées dans les frayères F17 (km 62,4) et F16 (km 62,5),

situées en amont du lac Duhamel. À ces deux endroits, les pertes prévues représentent près de 25 % des superficies actuellement disponibles sous la couverture de glace. Pour leur part, les frayères F2, F3 et F10 seront plus faiblement touchées. Par ailleurs, on remarque que la couverture de glace se forme jusqu'au fond de la rivière au-dessus des frayères F4, F5, F7 et F11 et ce, tant dans les conditions actuelles qu'après aménagement. Ces frayères potentielles ne sont donc probablement pas utilisées par la ouananiche.

Tableau 10 — Évaluation des pertes de superficies de fraie pour la ouananiche

Frayère	Superficie de la frayère sous la couverture de glace (m ²)		Perte de superficie (m ²)
	Conditions actuelles	Après aménagement	
F2	1 220	960	260
F3	1 160	580	580
F4	0 ^a	0 ^a	0
F5	0 ^a	0 ^a	0
F7	0 ^a	0 ^a	0
F9	2 200	2 200	0
F10	9 730	9 540	190
F11	0 ^a	0 ^a	0
F12	3 750	3 750	0
F16	12 000	10 620	1 380
F17	4 200	1 630	2 570
Total	34 260	29 280	4 980

a. Dans ces frayères, la couverture de glace se forme jusqu'au fond de la rivière.

L'impact sur la capacité de production de ouananiches découlant de la perte d'environ 25 % des frayères F16 et F17 pendant l'hiver demeure indéterminé, puisque la contribution de ces sites de fraie au recrutement global de la population n'est pas connue. Compte tenu qu'il s'agit du seul site de fraie confirmé jusqu'à maintenant dans la rivière Manouane, l'impact peut être considéré significatif. Cependant, cet impact peut être annulé par des aménagements appropriés. Les mesures de compensation proposées pour la ouananiche, avec l'adoption d'un débit réservé de 3 m³/s, sont présentées ci-dessous. Il est à noter que ces mesures diffèrent légèrement de celles présentées dans le rapport d'avant-projet, puisqu'elles tiennent compte de la nouvelle analyse portant sur l'effet du régime des glaces.

- Réaménager les frayères F2 (km 13,7), F3 (km 13,1), F10 (km 4,4), F16 (km 62,5) et F17 (km 62,4) à l'intérieur du chenal d'écoulement résiduel afin de maintenir submergées l'ensemble des superficies de fraie actuelles. Ce réaménagement permettra de récupérer toutes les superficies touchées par le gel dans ces frayères (près de 5 000 m²).

- Aménager des structures permettant de maintenir des vitesses d'écoulement suffisamment élevées ($> 0,35$ m/s) dans les frayères F3, F16 et F17. Cette mesure n'est toutefois pas pertinente dans le cas des frayères F5 et F7 puisque, dans les conditions actuelles, le gel atteint le substrat pour l'ensemble de la frayère durant l'hiver.
- De plus, afin d'atteindre l'objectif d'un gain net d'habitats, il est proposé d'aménager trois nouvelles frayères à ouananiche occupant une superficie totale de $3\ 000$ m². Ces nouvelles frayères seront situées dans le secteur compris entre les km 20 et 51, là où on observe actuellement une déficience en aires de fraie.

QC-62 – Rapport sectoriel sur les poissons

Il inclura également aux réponses à ces questions et commentaires le rapport sectoriel sur les poissons préparés par Alliance Environnement 2000 dont il est question à la page 6.32.

Réponse

Hydro-Québec s'engage à déposer le rapport sectoriel sur les poissons préparé par Alliance Environnement (Alliance Environnement, 2000).

QC-63 – Modifications du régime thermique

Il est mentionné à la page 6-33 qu'il n'y aura aucune modification notable de la qualité de l'eau, du régime thermique et de la sédimentation dans les frayères dans la rivière Manouane (km 0 à km 68). Toutefois, il y est aussi mentionné à la section concernant le régime thermique (page 5-49), que le secteur entre les km 61 et 63 connaîtra des modifications du régime thermique, pouvant aller jusqu'à une augmentation de 2 °C. L'initiateur de projet devra préciser ce qui lui permet de conclure que ces variations n'auront pas d'effets notables et en expliquer les impacts potentiels sur l'intégrité de la frayère à ouananiche reconnue située entre les km 62 et 63.

Réponse

Voir la réponse à la question QC-44.

QC-64 – Hausse de la température estivale de l'eau et doré jaune

Il est mentionné en page 6-35, que la hausse de la température estivale de l'eau de 1 à 2 °C sera bénéfique pour le doré jaune. L'initiateur de projet devra préciser cette affirmation compte tenu que cette espèce se retrouve principalement dans le secteur comprenant le lac Duhamel et en aval de celui-ci. Pourtant, ce secteur, selon la section 5.6 (régime thermique) du présent document, ne connaîtrait pas de variation notable de température.

Réponse

L'effet bénéfique de la hausse de température se manifestera principalement entre les km 61 et 68, où se trouve une aire de fraie confirmée du doré jaune (Alliance Environnement, 2000) et, fort probablement, une aire d'alevinage pour cette espèce. Une augmentation de la biomasse zooplanctonique découlant du réchauffement des températures et du ralentissement du taux de renouvellement des eaux favorisera la production de fortes cohortes de dorés jaunes en atténuant, notamment, le cannibalisme chez les alevins. Cet impact positif pourrait ainsi se manifester sur la population de dorés jaunes du lac Duhamel.

QC-65 – Effets de la hausse de production du doré jaune sur les autres espèces

Plus globalement, l'initiateur de projet devra préciser les effets possibles de la hausse de production de doré jaune sur les autres espèces, en particulier la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Ombles de fontaine

Comme on l'a vu précédemment, les pêches expérimentales n'ont pas permis de confirmer la présence de l'omble de fontaine dans la rivière Manouane, le lac Duhamel ou le lac du Grand Détour. On présume donc qu'il n'y a pas de populations établies de cette espèce dans la zone étudiée.

Ouananiche

Il est connu que la ouananiche et le doré jaune cohabitent sans problèmes apparents au lac Saint-Jean. Cela s'explique par des différences concernant l'utilisation des milieux fluviaux et lacustres par ces deux espèces. En effet, durant la période d'élevage, les fretins de doré jaune vont fréquenter des milieux plus calmes (lacs, estuaires et baies tranquilles des grandes rivières) et ils deviennent progressivement plus sensibles à la lumière avec le temps, ce qui les confine, durant le jour, aux eaux plus profondes hors de la zone photique (Colby, McNicol et Ryder, 1979). Les fretins de ouananiche demeurent dans les eaux vives et peu profondes des rivières durant une bonne partie du stade juvénile (Warner et Havey, 1985). Les dorés adultes seront mis en contact avec les jeunes ouananiches, surtout lorsqu'ils fréquenteront les rivières au printemps, durant la période de fraie. Cette ségrégation spatiale atténue toute forme de compétition ou de prédation entre les deux espèces au stade juvénile.

Au stade adulte, la ouananiche est un meilleur nageur que le doré jaune, et lorsque les jeunes ouananiches gagnent le milieu lacustre pour y achever leur développement, elles ont une capacité de nage leur permettant d'échapper à la prédation. Enfin, dans un lac aux eaux claires où elles évoluent à l'intérieur de leur gradient thermique préférentiel, les deux espèces peuvent

occuper une position différente dans la colonne d'eau en raison, d'une part, de la faible tolérance du doré jaune à la lumière et, d'autre part, de la dépendance à la lumière du jour de la ouananiche dans sa quête alimentaire. Pour l'ensemble de ces raisons, on ne prévoit pas de problèmes perceptibles de compétition ou de prédation entre la ouananiche et le doré jaune.

Autres espèces

Une augmentation des effectifs de doré jaune pourrait se traduire par une prédation accrue sur certaines espèces. En l'absence de perchaude (proie prédominante dans son régime alimentaire), les cyprinidés et les meuniers deviennent des proies importantes dans le régime alimentaire du doré jaune (Colby, McNicol et Ryder, 1979). En présence de fortes cohortes de dorés, la compétition pour les ressources alimentaires avec le grand brochet serait quand même limitée, puisque certaines espèces de poissons-proies pourraient également être favorisées par la réalisation du projet. De plus, le grand brochet serait un compétiteur plus efficace que le doré jaune (Kerr et coll., 1996).

QC-66 – Expansion des populations de poissons-proies et effets sur les autres espèces

L'initiateur de projet devra indiquer quelles populations de poissons-proies connaîtront une expansion et documenter, outre l'effet bénéfique sur le doré jaune (p. 6-35), les impacts possibles de ces expansions sur les autres espèces, en particulier la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Dans la communauté de poissons présente en amont du km 68, le ralentissement des vitesses d'écoulement, l'augmentation de la superficie des aires d'alevinage qui en découle, de même que l'augmentation des ressources alimentaires zooplanctoniques résultant de l'augmentation du temps de séjour et des températures estivales de l'eau, sera profitable pour le grand corégone et le meunier noir, qui sont des espèces de milieux lenticules et partiellement planctonophages. L'expansion du meunier noir pourrait se faire au détriment du meunier rouge, puisque ces deux espèces partagent la même ressource alimentaire (principalement des organismes benthiques), mais que le meunier rouge est davantage adapté pour la vie en milieu lotique, lesquels seront plus rares après la coupure du débit. Le grand brochet devrait bénéficier de l'augmentation de la biomasse des espèces de poissons-proies (meunier noir et grand corégone). L'omble de fontaine, qui est actuellement très peu abondant dans la rivière Manouane, ne devrait pas connaître d'augmentation notable de densité, en raison de la présence du grand brochet. Enfin, la ouananiche et le doré jaune sont absents de la rivière Manouane en amont du km 68.

La communauté de poissons présente en aval du km 68 devrait être moins perturbée que celle qui se trouve en amont, puisque le ralentissement de la vitesse du courant y sera moins prononcé et puisque, en aval du km 75, les apports résiduels des tributaires permettront de limiter

à moins de 10 % l'exondation des superficies aquatiques. Outre l'augmentation de la biomasse du doré jaune discutée dans le rapport d'avant-projet, cette section de rivière devrait connaître une augmentation de la biomasse de meuniers et de grands corégones pour les mêmes raisons que dans la portion amont de la rivière. Le grand brochet devrait bénéficier de l'augmentation de la biomasse des espèces de poissons-proies (meuniers et grand corégone).

L'omble de fontaine demeure très peu abondant en aval du km 68 et ne devrait pas connaître d'augmentation notable de densité par suite de la coupure du débit.

QC-67 – Exclusion de certaines données dans le bilan de production du grand brochet et du grand corégone

À la page 6-35, il est question, dans le bilan de production du grand brochet et du grand corégone, de la diminution des ressources alimentaires benthiques par exondation entre les km 75 et 96. L'initiateur de projet devra préciser pourquoi il ne tient pas compte de la perte des ressources alimentaires benthiques occasionnée par exondation dans les 75 premiers kilomètres de la rivière et de la perte de la dérive provenant de l'amont de la rivière Manouane.

Réponse

L'impact pour les poissons de la diminution des ressources alimentaires benthiques attribuable à l'exondation est compris dans l'impact relatif à la perte d'habitat.

En ce qui concerne la diminution des ressources alimentaires, on estime que la biomasse des organismes benthiques en dérive diminuera en proportion de la coupure de débit, soit de 77 %, et que ceci se traduira par une diminution de 2,8 % de la biomasse totale des organismes benthiques disponibles immédiatement en aval du point de coupure ($3,6 \% \times 77 \% = 2,8 \%$). Voir également la réponse à la question QC-54.

QC-68 – Augmentation des aires d'engraissement et récolte potentielle de ouananiche

L'initiateur de projet expliquera pourquoi la récolte potentielle de ouananiche sera inchangée après aménagement si on augmente les aires d'engraissement (p.7-62).

Réponse

Les ouananiches juvéniles (alevins et tacons) passent les premières années de leur vie en rivière, dans les aires d'élevage. Une fois terminé leur séjour de 2 à 4 ans en milieu fluvial, ils se déplacent en milieu lacustre afin de poursuivre leur croissance et leur développement. Les lacs sont donc considérés comme des aires d'engraissement pour la ouananiche.

Comme il est mentionné dans le rapport d'avant-projet à la page 6-22, la faible disponibilité de milieux lacustres (aires d'engraissement) dans le bassin des rivières Manouane et

Péribonka constitue le principal facteur limitant pour la population de ouananiches de ce bassin hydrographique. Pour leur part, les habitats lotiques disponibles dans la partie accessible de la rivière Manouane (aires d'élevage des juvéniles) ne seraient aucunement limitants pour la ouananiche, ce qui implique qu'ils sont sous-utilisés par les juvéniles.

Par conséquent, le fait d'accroître la disponibilité des aires d'élevage — plutôt que la disponibilité des aires d'engraissement, tel qu'il est indiqué dans la question — n'entraînera pas de changement dans la capacité de production de ouananiches, puisque la superficie des aires d'engraissement, qui constitue le principal facteur limitant pour la population, va demeurer inchangée.

Mercure

QC-69 – Augmentation de la biomasse récoltable et restrictions de consommation

À la section 6.4.2.6, on fait le bilan des impacts sur les poissons et on conclut que le nombre de kg/année de grand brochet après le rehaussement du lac du Grand Détour augmentera et que l'impact global est positif. Étant donné la durée de l'impact associée à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons, il y a lieu de pondérer le caractère positif de cet accroissement de biomasse récoltable par le fait qu'à moyen terme des restrictions à la consommation seront appliquées.

Réponse

L'accroissement de la biomasse récoltable de grand brochet, seule espèce d'intérêt sportif dans le lac du Grand Détour, se traduira par une fréquentation potentielle accrue du futur réservoir. Le nouveau plan d'eau pourra supporter un effort de pêche nettement supérieur à celui qui est possible dans les conditions actuelles ; voir la section 7.4.2.1 du rapport d'avant-projet (page 7-57) relative aux impacts du projet sur la pêche récréative).

Par ailleurs, la diminution de la fréquence de consommation ne touchera qu'une partie des pêcheurs. Ne seront concernés que les pêcheurs qui conservent et consomment les grands brochets capturés. Les résultats de l'enquête sur la pêche sportive au Canada fournis à la section 7.4.2.1 du rapport (page 7-57) indiquent que, d'une manière générale, environ la moitié des brochets capturés sont conservés. Ces résultats montrent aussi que tous les poissons conservés ne sont pas consommés ; en effet, près de 24 % du poids total conservé n'est pas consommé. De plus, la consommation de grands brochets demeurera permise, mais on suggérera aux pêcheurs visés de la réduire de moitié (de 4 à 2 repas par mois), pour une période d'environ 13 ans ; voir la section 6.5.2.2 du rapport d'avant-projet (page 6-52).

Selon les teneurs en mercure prévues pour les différentes espèces de poissons et la période de temps écoulée depuis la mise en eau, l'application des critères du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* permettrait une consommation de 2 à 8 portions de

230 g (8 onces) de poisson par mois. Cette fréquence de consommation ne seraient pas très restrictive puisque, selon une enquête menée en 1990, l'adulte québécois consomme en moyenne entre 13 et 15 g de poisson par jour (Santé Québec, 1995), ce qui correspond à 2 portions de 230 g par mois.

Les pêcheurs pourront être nettement plus nombreux à fréquenter le réservoir du Grand Détour en raison de l'accroissement de la ressource, même si certains d'entre eux ne consomment peut être pas tout le produit de leur pêche. Le réservoir n'en présentera pas moins un potentiel pour la pêche plus élevé à long terme. L'impact demeure donc positif, malgré les effets liés à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons au cours des années qui suivront la mise en eau.

Des études montrent que le réservoir Gouin en Mauricie a été fréquenté par les pêcheurs sportifs, même si les teneurs en mercure dans la chair des dorés jaunes et des grands brochets dépassaient la norme canadienne de 0,5 mg/kg pour la commercialisation du poisson. La teneur en mercure chez le grand brochet (de 700 mm) était de 1,20 mg/kg en 1984 (Gendron cité dans GDG Conseil, 1999).

À cette époque, on comptait onze pourvoiries autour du réservoir Gouin et l'effort de pêche déployé pour la saison 1985 atteignait près de 36 000 jours-personnes (Lapointe et coll., 1986). Une enquête analogue réalisée en 1998 a permis d'estimer que l'effort de pêche a augmenté à 63 000 jours-personnes (CGRG, 1999). Plus des deux tiers de cet effort est attribuable aux clients des 24 pourvoiries installées autour du réservoir. Le réservoir Gouin est un lieu de pêche recherché, principalement en raison de l'abondance de la ressource. Mentionnons qu'il est accessible par des routes forestières et se situe à plus de 200 km de la ville de La Tuque.

Pour les poissons piscivores du réservoir du Grand Détour, du lac Patrick et du tronçon à débit réduit en amont du lac Duhamel, l'augmentation des teneurs en mercure prévue est suffisante pour qu'une fréquence élevée de consommation de ces poissons provoque une exposition au mercure supérieure aux niveaux jugés sécuritaires par les organismes de santé publique. La mise en garde s'applique avec encore plus d'acuité aux femmes enceintes ou qui prévoient le devenir, et aux femmes qui allaitent, à cause du risque accru pour le fœtus.

Il a donc été recommandé, comme on l'a fait dans le cas du réservoir Robertson, de mettre en place un programme de gestion du risque à la santé en collaboration avec la Régie régionale de la santé. Ce programme comprendra le suivi de l'évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons et prévoit la publication d'un dépliant pour informer adéquatement la population quant à la problématique du mercure dans la chair des poissons qu'on pêche dans la région. Ce dépliant traitera des habitudes de consommation que devraient adopter les pêcheurs sportifs, surtout les femmes enceintes ou prévoyant le devenir et les femmes qui allaitent, afin d'éviter tout risque lié au mercure sans se priver des effets bénéfiques sur la santé des acides gras oméga-3 présents en grandes quantités dans les poissons.

QC-70 – Hypothèses de calcul et scénarios d'évolution de la teneur en mercure

Les tableaux G-1 et G-2 de l'annexe G présentent des résultats de simulation des teneurs en mercure dans la chair des poissons et une fréquence de consommation suggérée. On remarque, après 30 ans, un retour aux concentrations initiales dans les deux cas, mais une augmentation des teneurs beaucoup plus importante pour le scénario pessimiste. L'initiateur de projet précisera sur quelles hypothèses de calcul reposent l'élaboration des deux scénarios et quelles actions pourraient être entreprises pour que le scénario optimiste se réalise.

Réponse

Les deux scénarios de simulation correspondent à deux hypothèses relatives aux taux de transfert du mercure des poissons non piscivores aux poissons piscivores. Dans les lacs naturels, les poissons piscivores adultes, comme le grand brochet, mangent surtout des poissons non piscivores, comme le grand corégone et les meuniers (Doyon, Tremblay et Proulx, 1996). L'analyse des contenus stomacaux des poissons piscivores du réservoir Caniapiscou révèle que les grands brochets et les touladis se nourrissent surtout de corégones (Doyon, Tremblay et Proulx, 1996 ; Doyon et Schetagne, 1999). Par contre, dans les réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa, jusqu'à 60 % du régime alimentaire des brochets peut être constitué de poissons piscivores. Puisque les teneurs en mercure augmentent à chaque niveau trophique, la consommation de poissons piscivores, que l'on pourrait qualifier de *superprédation*, a pour effet de faire augmenter considérablement les teneurs en mercure dans la chair des grands brochets.

Le modèle utilisé pour la prévision des teneurs en mercure dans la chair des poissons offre deux options de simulation. La première concerne un taux de transfert ordinaire du mercure entre les espèces non piscivores et les espèces piscivores, ce taux correspondant au cas où les poissons piscivores se nourrissent essentiellement de poissons non piscivores (sans *superprédation*). La seconde option correspond à un taux accentué de transfert entre ces deux types d'espèces, c'est-à-dire au cas où les poissons piscivores se nourrissent en grande partie de poissons piscivores (avec *superprédation*). Dans le cadre du projet Manouane, on a retenu la première option de simulation pour le touladi, car la *superprédation* est moins répandue chez cette espèce. Pour le grand brochet, l'hypothèse optimiste est fondée sur l'absence de *superprédation*, et l'hypothèse pessimiste, sur la présence de *superprédation*.

On ne peut rien faire pour que le scénario optimiste ait préséance sur le scénario pessimiste, puisqu'il s'agit de comportements alimentaires. Nous pensons que le phénomène de *superprédation* est important quand la population de grands brochets est très dominante dans un réservoir, et qu'il est moins important lorsque la niche des poissons piscivores est partagée entre plusieurs espèces. On comprendra toutefois qu'il est impossible de prédire avec certitude quel régime alimentaire vont adopter les grands brochets du réservoir du Grand Détour.

QC-71 – Exportation des teneurs en mercure

À la section 6.5.2, des estimations des teneurs en mercure dans la rivière Manouane en aval du barrage projeté et dans les tronçons à débit augmenté ont été faites. L'initiateur de projet spécifiera si l'exportation des teneurs en mercure du réservoir du Grand Détour a été prise en compte dans ces estimations.

Réponse

L'exportation des teneurs en mercure a effectivement été prise en compte dans ces estimations. Le suivi des teneurs en mercure dans la chair des poissons du complexe La Grande révèle que le mercure est exporté en aval des réservoirs (Brouard, Doyon et Schetagne, 1994). Le taux d'exportation du réservoir Robert-Bourassa au tronçon fluvial de la Grande Rivière situé en aval est particulièrement important. Les résultats du même suivi montrent cependant que l'effet additif des teneurs en mercure dans les poissons d'un réservoir à un autre est très faible. Les auteurs de l'ouvrage sont d'avis que la dilution des eaux du réservoir par les eaux des tributaires et la présence de grandes masses d'eau permettant l'utilisation ou la sédimentation du mercure, sont des facteurs qui ont une incidence sur le degré d'augmentation des teneurs en mercure en aval.

Les hypothèses d'exportation du mercure retenues pour les présentes prévisions tiennent compte de ces deux facteurs. Le tableau 11 a été utilisé pour établir le degré d'augmentation des teneurs dans les poissons des milieux récepteurs situés en aval du futur réservoir du Grand Détour, soit le tronçon à débit réduit de la rivière Manouane en amont du lac Duhamel (autour du km 75), le lac Duhamel (également à débit réduit), et le réservoir Pipmuacan (qui recevra les eaux dérivées).

Pour le tronçon à débit réduit en amont du lac Duhamel, lequel recevra un débit réservé moyen de 9,0 m³/s, 60 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir s'ajouteront aux teneurs qu'on observe dans les conditions actuelles.

Pour le lac Duhamel, qui recevra également ce débit réservé, seulement 15 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir s'ajouteront aux teneurs qu'on observe dans les conditions actuelles. Les valeurs qu'on ajoute aux dorés jaunes de ce lac correspondent à 15 % de l'augmentation prévue pour les grands brochets du réservoir du Grand Détour (scénario optimiste, car les dorés ne consomment pas régulièrement d'autres poissons piscivores).

Situé dans le secteur à débit augmenté en aval du réservoir du Grand Détour, le réservoir Pipmuacan recevra un débit moyen de 30,3 m³/s en provenance de ce dernier. Seulement 2 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir du Grand Détour s'ajouteront aux teneurs qu'on observe actuellement dans le réservoir Pipmuacan (voir le tableau 11). Cette faible augmentation n'aura pas de répercussion notable sur les teneurs en mercure qu'on mesure actuellement dans la chair de ces poissons.

Pour le lac Patrick, situé entre la baie aux Hirondelles du réservoir Pipmuacan et le réservoir du Grand Détour, on prévoit que les teneurs en mercure des poissons seront égales à celles des poissons du réservoir du Grand Détour.

Tableau 11 — Calcul du taux d'exportation de mercure en aval du réservoir du Grand Détour

Paramètres	Réservoir du Grand Détour	Débit réduit		Débit augmenté
		Amont du lac Duhamel	Lac Duhamel	Réservoir Pipmuacan
Débit moyen annuel (m ³ /s)	39,3	14,7	52,4	337
Débit moyen annuel provenant du réservoir du Grand Détour (m ³ /s)	—	9,0	9,0	30,6
Proportion du débit du milieu récepteur provenant du réservoir du Grand Détour (A) (%)	—	60	15	10
Taux de renouvellement des eaux du milieu récepteur (B) (nombre de fois par année)	—	> 12	> 12	1,5
Proportion du mercure libéré en amont qui s'accumule dans les poissons du milieu récepteur (C) ^a (%)	—	100	100	20
Proportion de l'augmentation de la teneur en mercure des poissons du réservoir du Grand Détour transférée aux poissons du milieu récepteur ^b (%)	—	60	15	2

a. $A \times B$

si $B \leq 2 \rightarrow C = 20 \%$

si $2 < B \leq 5 \rightarrow C = 30 \%$

si $5 < B \leq 8 \rightarrow C = 40 \%$

si $8 < B \leq 12 \rightarrow C = 50 \%$

si $B > 12 \rightarrow C = 100 \%$

b. Valeur de A x valeur de C.

QC-72 – Mercure et maillons supérieurs de la chaîne alimentaire

Le mercure est traité ici uniquement sous l'angle de la santé humaine. L'initiateur de projet complétera les informations fournies en évaluant la problématique du mercure comme toxique pour les maillons supérieurs de la chaîne alimentaire (oiseaux de proie, mammifères piscivores, etc.)

Réponse

Poissons piscivores

En ce qui concerne les effets potentiels du mercure sur les poissons piscivores, le suivi des populations de poissons au complexe La Grande nous renseigne à ce sujet. Les résultats de ce suivi ont montré que, pour des teneurs en mercure supérieures à celles prévues pour le réservoir du Grand Détour, les populations de poissons n'ont pas souffert. Au contraire, malgré ces fortes teneurs, le recrutement des principales espèces était à la hausse, de même que leur taux de croissance et leur facteur de condition (Deslandes, Guénette et Fortin, 1994).

Oiseaux et mammifères piscivores

Rares sont les espèces qui se nourrissent exclusivement de poissons. La plupart ont un régime alimentaire varié, composé de plantes ou d'insectes ou encore de petits mammifères, de sorte que leur niveau d'exposition au mercure est faible. Parmi les espèces exclusivement piscivores, la plupart mangent des proies relativement petites, moins chargées en mercure. De plus, ces espèces étant à sang chaud, elles ont un métabolisme plus élevé que les poissons, qui leur permet d'excréter beaucoup plus rapidement le mercure.

Plusieurs espèces d'oiseaux, comme le balbuzard pêcheur, ont une capacité de déméthylation du mercure au niveau de certains organes comme le foie qui facilite l'excrétion du mercure. Enfin, la forte affinité du méthylmercure pour certains tissus, tels que les plumes chez les oiseaux et la fourrure chez les mammifères, constitue un mécanisme d'excrétion du mercure très efficace en période de croissance et de mue. Dans l'environnement naturel, le mercure ne constitue pas une menace pour ces espèces.

Par contre, à l'étape des études d'avant-projet, il faut évaluer le risque pour la faune piscivore que représentent les augmentations des teneurs en mercure prévues dans la chair des poissons. Cette évaluation doit tenir compte, des teneurs maximales qui seront atteintes, mais aussi de la distribution et la densité des populations d'espèces fauniques piscivores, ainsi que des niveaux d'exposition qui peuvent avoir des effets sur la survie des populations.

Selon les résultats des études menées au complexe La Grande, des augmentations des teneurs en mercure comme celles qu'on a mesurées au complexe La Grande (qui sont plus importantes que celles prévues pour le projet Manouane) ne mettent pas en danger les populations de balbuzards pêcheurs et de pygargues à tête blanche (Desgranges et coll., 1999 ; Laperle,

1999). Il en est de même pour les populations de visons et de loutres (Laperle, 1999 ; Laperle, Sbgghen et Messier, 1999 ; Schetagne et coll., 1999).

Les espèces d'oiseaux présentes dans la région pour lesquelles il pourrait exister un risque, si les augmentations prévues étaient équivalentes à celles observées au complexe La Grande, sont le grand harle, le harle couronné et le plongeon huart (Laperle, 1999). Dans le cas du projet Manouane, les teneurs maximales prévues sont plus faibles que celles observées au complexe La Grande de sorte que les risques apparaissent faibles, surtout si l'on considère que ces espèces consomment de petites proies.

Chez les oiseaux, l'embryon constitue le stade le plus sensible à l'exposition au méthylmercure. En période d'élevage, les jeunes sont protégés par le transfert du méthylmercure vers le plumage en développement. Quant aux adultes, la plupart des espèces piscivores sont en mesure d'éliminer le méthylmercure ou de l'évacuer vers le plumage en croissance durant les périodes de mue.

Pour les harles, la période comprise entre leur arrivée sur le territoire et la ponte serait trop courte pour qu'ils puissent être touchés par l'augmentation des teneurs en mercure des poissons prévue dans le réservoir du Grand Détour, dans le lac Patrick et dans le tronçon à débit réduit de la rivière Manouane en amont du lac Duhamel.

En ce qui concerne le plongeon huart, pour lequel cette période est plus longue, le risque lié au mercure serait plus grand. Les inventaires réalisés dans la zone à l'étude ont permis d'observer seulement deux adultes, dont un avec une couvée, dans le secteur du lac du Grand Détour et aucun dans les autres secteurs. Étant donnée cette densité et les faibles superficies où les teneurs en mercure augmenteront de façon significative, la population de plongeurs huarts de la région ne sera pas mise en danger par la réalisation du projet.

Faune avienne

QC-73 – Temps de reconstitution d'une berge et de la végétation riveraine

Le bilan des impact sur la faune avienne prévoit un impact résiduel faible en raison de la perte d'habitats au lac du Grand Détour. Pour compléter cette section, l'initiateur de projet indiquera quel temps doit-on compter pour la reconstitution d'une berge et d'une végétation riveraine intéressante pour les oiseaux en bordure du réservoir. Il pourra documenter sa réponse avec ce que l'on a observé sur les vieux réservoirs.

Réponse

Le régime hydrologique du futur réservoir du Grand Détour suivra un hydrogramme naturel. Il ne peut donc pas se comparer aux réservoirs servant à la production hydroélectrique, puisque le marnage de ces plans d'eau diffère des conditions naturelles. L'évolution des rives du réservoir du Grand Détour s'apparentera davantage à celle des lacs rehaussés servant de réserves secondaires dans les bassins hydrographiques des grandes rivières aménagées. Ces réserves sont, pour la plupart, de grands lacs et, à l'instar des grands lacs naturels, la végétation riveraine y est confinée aux baies abritées et aux deltas à l'embouchure des tributaires. On peut trouver dans certains cas des radeaux tourbeux soulevés lors de la construction du barrage.

Dans le cas présent, il faudra attendre que les nouvelles rives aient atteint un certain degré de stabilité avant que ne s'y implante la végétation riveraine. L'atteinte de la stabilité dépendra de la sensibilité des rives à l'érosion. Ainsi, dans certains secteurs exposés aux vents et aux vagues, les talus peuvent demeurer actifs durant plusieurs années. Dans les milieux plus stables, la végétation riveraine peut se développer assez rapidement là où la pente et le substrat le permettent. Grelsson (1982) a observé l'apparition et la recolonisation de nouvelles berges à même un milieu terrestre sur une période de cinq ans dans un réservoir au fil de l'eau fluctuant naturellement. Dans le détournement Boyd-Sakami du complexe La Grande, une meilleure maîtrise de l'ouvrage régulateur du réservoir Opinaca a permis l'établissement d'une végétation riveraine composée d'espèces arbustives et herbacées sur une période d'un peu plus d'une décennie. Dix ans après la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande, on notait l'apparition de colonies de carex et de graminées près de la cote maximale des plans d'eau à cause d'une stabilité temporaire induite par des années consécutives de faible hydraulité.

Sur la base de ces faits, on estime que le plan d'eau mettra de 5 à 10 ans avant de présenter des habitats riverains intéressants pour la faune avienne.

Rivière Betsiamites et réservoir Pipmuacan

QC-74 – Régime thermique et régime des glaces de la rivière Betsiamites

La directive ministérielle prévoit que la zone d'étude doit couvrir l'ensemble du territoire susceptible d'être influencé par les activités projetées, afin d'y préciser l'état de l'environnement et les impacts appréhendés. Au point 3.2.2 de l'étude d'impact, on décrit la zone d'influence comme étant un corridor de largeur variable qui s'étend de part et d'autre des plans et des cours d'eau touchés par le projet. À ce point de vue, nous constatons que la description du milieu et l'évaluation des impacts sur la rivière Betsiamites sont parfois omis, notamment en ce qui concerne l'érosion des berges, le régime sédimentaire, le régime thermique, le régime des glaces, les impacts résiduels et le suivi environnemental. On se rappellera que le débit moyen dérivé de la rivière Manouane vers le réservoir Pipmuacan est environ le double de celui des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons réunies. L'impact de ces dérivations pour les points mentionnés plus haut sur la rivière Betsiamites et le réservoir devra donc être considéré plus attentivement.

Réponse

Érosion des berges

Le tronçon fluvial de la rivière Betsiamites compte 72 km entre la centrale de la Bersimis-2 et le fleuve Saint-Laurent. Il a fait l'objet d'une observation attentive en 1986 dans le cadre d'une étude d'impact portant sur la rénovation de l'appareillage de production de la centrale.

En conditions naturelles, donc avant 1954, les débits moyens mensuels variaient pendant une année de moins de 100 m³/s à plus de 850 m³/s, avec des pointes pouvant atteindre près de 1 500 m³/s. Depuis la mise en service de la centrale de la Bersimis-2, le débit moyen annuel est de 341 m³/s, et les écarts de part et d'autre de cette moyenne dépassent très rarement 100 m³/s. Avec les apports des dérivations partielles de la rivière du Sault aux Cochons et de la rivière Portneuf, le débit moyen annuel sera porté à 358 m³/s. Si on ajoute les apports de la dérivation partielle de la rivière Manouane, il atteindra 388 m³/s.

Cet accroissement se fera par une augmentation du facteur d'utilisation des groupes de la centrale. En période hivernale, c'est-à-dire de décembre à avril, les débits turbinés passeront de 373 à 394 m³/s, et en période estivale, soit de la mi-juin à la fin de septembre, de 321 à 359 m³/s. On constate donc que depuis environ 45 ans, les écarts de débits moyens mensuels ont été considérablement réduits, et qu'en conséquence, les variations annuelles de niveau ont elles aussi été grandement réduites. Rappelons que depuis la mise en service de la centrale, il n'y a plus de couverture de glace sur la rivière et que les processus d'érosion glacielle sur les berges sont absents.

QC-43 – Impacts de la diminution de température de l'eau près du point de coupure

L'initiateur de projet devrait estimer et décrire les impacts appréhendés par la diminution de la température de l'eau à faible distance du point de coupure sur la faune piscicole et benthique (croissance, reproduction...)

Réponse

Bien qu'une faible baisse de température soit appréhendée à faible distance du point de coupure, elle ne sera pas suffisamment importante pour constituer un facteur limitant de la production de poisson ; voir la section 4.1.6.1 du rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). En effet, durant la saison de croissance, la température, même si elle diminue quelque peu, demeurera dans un gradient propice à la croissance des principales espèces présentes, qui sont typiquement des espèces d'eau froide et d'eau fraîche : grand brochet (de 18 à 26 °C), grand corégone (de 13 à 17 °C), doré jaune (de 15 à 25 °C), lotte (de 15 à 18 °C), meunier noir (de 24 à 27 °C), outouche (préférendum thermique final de 22 °C), et ménomini rond (préférendum thermique final de 17 °C).

Au printemps, la crue et la fraie printanière (grand brochet et meuniers) se produiront avant que ne s'établisse une stratification thermique dans le lac du Grand Détour. La température des eaux déversées demeurera dans le gradient de fluctuations thermiques actuel. On n'appréhende pas de perturbation des activités de fraie, certaines espèces devant, tout au plus, frayer quelques jours plus tard qu'elles ne le font actuellement, ce qui ne compromettrait pas cette activité.

QC-44 – Impacts prévus sur les poissons

L'initiateur de projet devra compléter, pour le secteur amont du lac Duhamel, l'évaluation des impacts attendus sur les poissons (fréquence de dépassement de la température maximale tolérée par les différentes espèces présentes et des températures optimales de croissance) en utilisant les données disponibles pour le bassin versant (ou un bassin versant présentant des conditions équivalentes) pour illustrer les conditions thermiques prévalant lors des étiages estivaux sévères ainsi que les conditions qui prévaudront suite à la dérivation (réchauffement d'environ 2°C de ces températures). Les modalités de suivi de la température devront être indiquées.

Réponse

Les conditions thermiques qui prévaudront dans la rivière Manouane après aménagement ont été estimées à partir de températures mesurées dans cette rivière et dans la rivière Boucher, et sur la base d'une analyse des conditions propres à la rivière Manouane qui ont une incidence sur la variation des températures. Les impacts de la modification du régime thermique sur les poissons de la rivière Manouane sont traités au dernier paragraphe de la présente réponse.

Conditions de température actuelles

La température de l'eau dans la rivière Manouane a été enregistrée entre le 22 juillet 1999 et le 25 octobre 2000 à l'aide d'un thermographe installé au km 97. Des relevés ponctuels de température sont également disponibles pour cette rivière et pour les lacs Duhamel et du Grand Détour (Brassard, 1987 et FAPAQ, données non publiées). L'ensemble de ces données laisse supposer que les températures estivales demeurent pratiquement toujours entre 15 et 22 °C dans la rivière Manouane.

En effet, la température de l'eau enregistrée au km 97 n'a jamais atteint 23 °C entre juillet 1999 et octobre 2000 (voir le tableau 6). De plus, on a adapté les températures enregistrées

Tableau 6 — Température de l'eau mesurée à la station MANO0657, distribution des observations horaires par tranches de 1 °C

Intervalle (°C)		Du 1999-07-22 au 2000-07-21			Du 1999-10-26 au 2000-10-25		
		Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)	Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)
0,00	0,99	4 126	171,92	171,9	4 126	171,92	171,9
1,00	1,99	355	14,79	186,7	355	14,79	186,7
2,00	2,99	284	11,83	198,5	251	10,46	197,2
3,00	3,99	284	11,83	210,4	141	5,88	203,0
4,00	4,99	177	7,38	217,8	318	13,25	216,3
5,00	5,99	91	3,79	221,5	157	6,54	222,8
6,00	6,99	235	9,79	231,3	193	8,04	230,9
7,00	7,99	89	3,71	235,0	193	8,04	238,9
8,00	8,99	122	5,08	240,1	219	9,13	248,0
9,00	9,99	154	6,42	246,5	187	7,79	255,8
10,00	10,99	116	4,83	251,4	164	6,83	262,7
11,00	11,99	82	3,42	254,8	66	2,75	265,4
12,00	12,99	192	8,00	262,8	140	5,83	271,3
13,00	13,99	148	6,17	269,0	193	8,04	279,3
14,00	14,99	162	6,75	275,7	251	10,46	289,8
15,00	15,99	272	11,33	287,0	223	9,29	299,0
16,00	16,99	533	22,21	309,3	444	18,50	317,5
17,00	17,99	419	17,46	326,7	476	19,83	337,4
18,00	18,99	327	13,63	340,3	179	7,46	344,8
19,00	19,99	319	13,29	353,6	132	5,50	350,3
20,00	20,99	263	10,96	364,6	276	11,50	361,8
21,00	21,99	27	1,13	365,7	86	3,58	365,4
22,00	22,99	0	0,00	365,7	4	0,17	365,6
23,00	23,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
24,00	24,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
Total		8 777			8 774		

au km 97 pour qu'elles soient représentatives des conditions qui prévalent au km 61 : augmentation de la température d'été de 1,5 °C pour tenir compte de la baisse d'altitude d'environ

150 m entre les km 97 et 61. Les données ainsi transformées indiquent que la température de l'eau au km 61 n'a atteint 23 °C que durant une heure environ (voir le tableau 7).

Tableau 7 — Température de l'eau adaptée pour le km 61 de la rivière Manouane, distribution des observations horaires par tranches de 1 °C

Intervalle (°C)		Du 1999-07-22 au 2000-07-21			Du 1999-10-26 au 2000-10-25		
		Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)	Nombre de relevés	Durée (jours)	Cumulatif (jours)
10,00	10,99	132	5,50	243,3	188	7,83	251,3
11,00	11,99	142	5,92	249,2	190	7,92	259,2
12,00	12,99	94	3,92	253,1	119	4,96	264,1
13,00	13,99	130	5,42	258,5	102	4,25	268,4
14,00	14,99	182	7,58	266,1	134	5,58	274,0
15,00	15,99	169	7,04	273,1	274	11,42	285,4
16,00	16,99	138	5,75	278,9	192	8,00	293,4
17,00	17,99	463	19,29	298,2	312	13,00	306,4
18,00	18,99	470	19,58	317,8	541	22,54	328,9
19,00	19,99	371	15,46	333,2	317	13,21	342,1
20,00	20,99	335	13,96	347,2	112	4,67	346,8
21,00	21,99	293	12,21	359,4	263	10,96	357,8
22,00	22,99	150	6,25	365,6	160	6,67	364,4
23,00	23,99	2	0,08	365,7	28	1,17	365,6
24,00	24,99	0	0,00	365,7	0	0,00	365,6
Total		8 777			8 774		

On doit se demander dans quelle mesure les données enregistrées au km 97 entre juillet 1999 et octobre 2000 sont représentatives du régime thermique normal de la rivière Manouane. La température de l'air à la fin d'août et au début de septembre 1999 a été plus chaude que la moyenne. Dans l'ensemble, les mois de juillet et d'août 1999 et 2000 présentaient autant de moments « chauds » que de moments « froids », et peuvent être considérés comme représentatifs des conditions normales du point de vue de la température moyenne mensuelle. Les mesures enregistrées étaient donc représentatives des conditions normales de température ou de conditions plus chaudes que la normale, mais certainement pas de conditions plus froides que la normale.

Impacts sur les poissons de la rivière Manouane

Les données enregistrées au cours des années 1992 à 1994 dans la rivière Boucher — un tributaire de la rivière Betsiamites situé approximativement à la même latitude que la rivière Manouane et possédant un débit comparable à celle-ci à son point de coupure (29,4 m³/s à l'embouchure de la rivière Boucher par rapport à 39,6 m³/s au km 97 de la rivière Manouane) — vont dans le même sens que les données enregistrées dans la rivière Manouane. Au cours de cette période, les températures estivales de la rivière Boucher ont franchi la barre des 20 °C pendant moins d'une semaine en 1993 et en 1994, et elles sont demeurées sous cette

valeur en 1992. La température de l'eau y a atteint un maximum de 21,5 °C pendant ces trois années (Doyon et coll., 1994a et 1994b ; Lévesque et coll., 1995).

Conditions de température après aménagement

Dans le cas de la rivière Manouane, on prévoit qu'en aval du barrage (km 97), les températures estivales après aménagement seront légèrement plus fraîches que les températures actuelles, puisque le débit réservé en provenance du réservoir du Grand Détour sera prélevé quelques mètres sous la surface de ce plan d'eau. Cet effet s'estompera cependant au fur et à mesure qu'on s'éloignera du barrage. Ainsi, en amont du lac Duhamel (du km 61 au km 68), les modifications du régime thermique seront principalement attribuables à la diminution des profondeurs et des vitesses d'écoulement. La température moyenne journalière dans ce secteur devrait demeurer semblable à celle qu'on observe dans les conditions actuelles, mais les variations diurnes seront légèrement amplifiées. En période de canicule, on prévoit que la température maximale instantanée entre les km 61 et 68 pourrait augmenter d'environ 2 °C, ce qui est conforme aux résultats des simulations thermiques effectuées dans la rivière aux Pékans. Cette augmentation des températures deviendra probablement imperceptible à partir du lac Duhamel (du km 51 au km 61).

Impacts sur les poissons de la rivière Manouane

L'augmentation prévue des températures estivales dans le tronçon situé en amont du lac Duhamel (du km 61 au km 68) devrait avoir peu de répercussions sur la population de ouananiches vivant dans ce cours d'eau. En effet, les données disponibles indiquent que, dans les conditions actuelles, les températures estivales demeurent la plupart du temps entre 15 et 22 °C, et qu'elles dépassent rarement la valeur maximale du préférendum thermique pour la ouananiche, qui est de 20 °C (Lacasse et Magnan, 1992).

Par conséquent, on considère que le maintien des températures moyennes journalières et qu'un réchauffement maximal de l'ordre de 2 °C sur une base horaire durant les heures d'ensoleillement maximal n'entraînera pas de changements dans les habitats actuellement utilisés par les ouananiches juvéniles, ni dans le taux de croissance des individus. Selon des observations faites au km 97 et adaptées pour le km 61, seuls six jours présentent des mesures ponctuelles de température dépassant les 22 °C. Après aménagement, ce nombre de jours augmentera sans que nous puissions le quantifier précisément. Toutefois, il demeure que l'atteinte de températures d'*inconfort* pour les espèces présentes sera ponctuelle, et que ces périodes ne dureront pas plus que quelques heures. Les espèces de poissons ne présenteront pas de réactions notables à ces changements. Rappelons qu'aucune d'entre elles n'est à sa limite de son aire de distribution. De plus, les rivières de la région dont les conditions actuelles s'apparentent aux conditions qu'on observera dans la rivière Manouane après aménagement ne présentent pas de problématiques thermiques connues.

De plus, d'après les préférendums thermiques et les températures optimales de croissance des poissons d'eau douce du Québec énoncés dans Lacasse et Magnan (1992), une augmentation

des températures de l'ordre de 2 °C pourrait être profitable pour certaines espèces qu'on retrouve entre les km 61 et 68, ou en amont du km 68, puisque cela permettrait d'atteindre plus fréquemment les températures optimales de croissance pour ces espèces. C'est le cas pour le doré jaune (de 15 à 25 °C), le grand brochet (de 18 à 26 °C), la lotte (de 15 à 18 °C), le meunier noir (de 24 à 27 °C), la ouitouche (préférendum thermique final de 22 °C) et le méno-mini rond (préférendum thermique final de 17 °C).

Compte tenu du caractère ponctuel de ces dépassements et du fait que le secteur de la rivière Manouane ne représente la limite de distribution d'aucune des espèces en présence, Hydro-Québec considère que les modifications de température annoncées n'auront pas d'effets notables sur les poissons.

QC-45 – Hausse imperceptible de la température de l'eau du lac Duhamel

L'initiateur de projet devra expliquer pourquoi la hausse de température du lac Duhamel sera imperceptible malgré la diminution de l'apport d'eau de la rivière Manouane et la hausse du temps de séjour de l'eau occasionnée par l'installation d'un épi à l'exutoire de celui-ci.

Réponse

Rivière Manouane à son point de confluence dans le lac Duhamel

À son point d'arrivée dans le lac Duhamel (km 61), la rivière Manouane présente, dans les conditions actuelles, un débit moyen annuel estimé à 51 m³/s. Après aménagement de la dérivation partielle, ce débit sera d'environ 20 m³/s. Il est prévu que le régime thermique de la rivière Manouane à cet endroit subira l'influence de cette diminution de débit.

La variation de la température de l'eau s'explique par la superposition de deux composantes :

- la composante dite *lente*, qui peut se représenter par une suite de moyennes de températures de l'eau sur des durées de deux jours ou plus ;
- la composante dite *rapide*, qui est le complément à ajouter à la composante lente pour retrouver l'évolution réelle de la température de l'eau d'heure en heure.

Composante lente de la variabilité

Pour la zone des km 61 à 65 de la rivière Manouane, on estime que le débit n'a pas d'incidence sur la composante lente de la variation des températures. Celles-ci dépendent essentiellement des conditions météorologiques ambiantes.

On note toutefois qu'après aménagement, les affluents mineurs de la rivière dans le tronçon compris entre les km 61 et 97 représenteront une plus grande partie du débit de la rivière Manouane que dans les conditions actuelles. Il est possible qu'il en résulte une légère baisse

de la température de l'eau de la rivière Manouane si l'eau de ces affluents est en moyenne plus froide que l'eau de la rivière elle-même. La chose est possible, puisque les affluents mineurs sont souvent plus ombragés et plus influencés par la nappe phréatique. Cet effet n'a pas pu être évalué et n'est pas pris en compte dans la présente analyse.

Composante rapide de la variabilité

La composante rapide de la variabilité de la température de l'eau reflète, en particulier, le cycle diurne du rayonnement solaire et de la température de l'air. Par exemple, aux stations MANO0657 (km 93,4, altitude 402 m) et MANO0658 (km 96,5, altitude 411 m), la composante rapide fluctue habituellement entre +1 et -1 °C en été (voir l'annexe B).

L'amplitude de la composante rapide sera plus grande après aménagement, parce que la rivière sera, en moyenne, moins profonde en raison de la diminution du débit. Par temps clair, par exemple, l'eau pourra atteindre une température plus élevée durant le jour et plus basse durant la nuit.

Somme des composantes

La température observable de l'eau est la somme des composantes lente et rapide. Ainsi, en été, l'eau de la rivière Manouane au km 61 sera successivement plus froide et plus chaude après aménagement que dans les conditions actuelles.

On s'intéresse particulièrement à la valeur instantanée la plus élevée qui sera atteinte en période de canicule. Il est prévu qu'après aménagement, cette valeur instantanée sera plus élevée que dans les conditions actuelles. L'augmentation est estimée à un maximum de 2 °C.

Autres affluents du lac Duhamel

Deux autres affluents du lac Duhamel ont leur point de confluence en rive droite du lac, dans sa partie nord : la Petite rivière Manouane et la rivière Duhamel.

Ensemble, ces deux affluents présentent un débit moyen annuel estimé à 20,7 m³/s. Ces rivières n'étant pas touchées par la dérivation, leur débit et leur régime thermique au point de confluence sont les mêmes avec ou sans dérivation.

Lac Duhamel

Le débit total des affluents du lac Duhamel est estimé à 83 m³/s dans les conditions actuelles, et à 52 m³/s, après aménagement (estimations du module du débit journalier). Les apports hydrologiques se répartissent comme suit :

- dans les conditions actuelles, environ 60 % de ceux-ci proviennent de la rivière Manouane et 40 %, des autres affluents ;
- après aménagement, environ 39 % de ceux-ci proviendront de la rivière Manouane et 61 %, des autres affluents.

Le lac Duhamel présente deux parties qu'il est utile d'examiner séparément pour la compréhension du régime thermique :

- la partie amont, qui va du km 61 au km 58, est profonde d'environ 1 m (selon deux sections transversales relevées en 1999) ;
- la partie aval, qui va du km 58 au km 51,5 environ, où la profondeur se maintient entre 5 et 12 m environ, et où la largeur est moindre (selon cinq sections transversales relevées en 1999).

Partie amont du lac Duhamel

Après aménagement, la vitesse d'écoulement dans la partie amont diminuera d'environ 40 %, car le débit total des affluents diminuera de 40 % et le niveau du lac sera maintenu à sa valeur actuelle. Ceci allongera le temps de transit de l'eau dans la partie peu profonde du lac, ce qui pourrait faire augmenter légèrement la variabilité de la température instantanée de l'eau. Comme il est possible que cet effet soit imperceptible; il n'est pas pris en compte ci-dessous.

Dans la partie amont du lac, on peut distinguer deux zones :

- en rive droite, l'eau provenant de la Petite rivière Manouane et de la rivière Duhamel occupe environ 40 % de la largeur du lac dans les conditions actuelles ; elle occuperait environ 67 % de cette largeur après aménagement ;
- en rive gauche, l'eau provenant de la rivière Manouane occupe environ 60 % de la largeur du lac dans les conditions actuelles ; elle occuperait environ 33 % de cette largeur après aménagement.

En rive droite, la zone occupée par l'eau de la Petite rivière Manouane et de la rivière Duhamel présentera essentiellement le même régime thermique avec ou sans dérivation.

En rive gauche, dans la zone occupée par l'eau de la rivière Manouane, le régime thermique est semblable à celui de la rivière elle-même au km 61 (voir ci-dessus). À cause de cela, la température la plus élevée de l'été pourrait être au maximum de 2 °C plus élevée après aménagement que dans les conditions actuelles. En moyenne, sur des durées de deux jours et plus, la température de l'eau serait la même avec ou sans dérivation.

Partie aval du lac Duhamel

Dans la partie aval du lac Duhamel, il est prévu que la profondeur de l'eau permettra d'atténuer les différences entre la rive droite et la rive gauche et d'atténuer, par mélange latéral et vertical, les variations rapides de température de l'eau provenant de l'amont.

À proximité de la limite aval du lac, les sections transversales sont relativement étroites et profondes. L'écoulement entraîne l'eau profonde du lac vers l'exutoire et empêche la stratification thermique de s'installer de façon durable, en hiver et en été, dans le reste du lac. L'absence de stratification thermique hivernale y a été observée en décembre 1999.

Après aménagement, pendant une canicule doublée d'un étiage, il pourrait apparaître une stratification thermique momentanée dans la partie aval du lac. Une telle stratification serait plus prononcée et plus durable que dans les conditions actuelles, et l'eau superficielle pourrait y être momentanément plus chaude. Cependant l'épilimnion (couche d'eau se trouvant au-dessus de la thermocline) resterait profond de plusieurs mètres et l'atténuation de la variabilité (voir ci-dessus) aurait encore lieu.

Il est donc possible que la légère hausse de la température maximale instantanée à l'exutoire du lac dont il est question dans le rapport d'avant-projet soit, dans les faits, imperceptible.

QC-46 – Effets des changements de régime thermique sur la faune aquatique

L'initiateur de projet devra décrire les effets des changements de régime thermique dans le réservoir du Grand Détour et dans la rivière aux Hirondelles sur la faune aquatique de ces deux milieux.

Réponse

Les espèces les plus abondantes dans le lac du Grand Détour sont le grand corégone, le grand brochet et les meuniers. Ces mêmes espèces sont présentes dans la rivière aux Hirondelles, qui communique avec le réservoir Pipmuacan. Une pêche effectuée au lac Patrick a confirmé la présence du grand brochet et du grand corégone.

Après aménagement, le régime thermique du lac du Grand Détour s'apparentera à celui d'une rivière. Cette modification sera sans grandes conséquences, puisque le lac est peu stratifié dans les conditions actuelles à cause de sa faible profondeur. Les espèces recensées dans ce plan d'eau peuplent actuellement sans difficultés apparentes les milieux fluviaux des bassins hydrographiques environnants. On peut donc penser qu'elles s'accommoderont bien des nouvelles conditions, d'autant plus que les températures demeureront à l'intérieur des préférences des espèces concernées.

Après aménagement, le régime thermique de la rivière aux Hirondelles s'apparentera à celui du réservoir du Grand Détour. Pour les raisons évoquées ci-dessus, il est permis de croire que les espèces présentes n'éprouveront aucune difficulté à se maintenir et à se développer dans ce tronçon.

Qualité de l'eau

QC-47 – Méthode d'estimation de la variation du pH

À la section 5.8.2.1, l'initiateur de projet conclut qu'après la coupure, le pH du tronçon en amont du km 81 devrait connaître la baisse la plus importante car il n'y a aucun tributaire majeur dans ce secteur. Cependant, on avance que le pH ne devrait pas descendre sous 6,5, ce qui garantirait la protection de la vie aquatique. Cette section devra être complétée par une description de la méthode d'estimation de variation du pH de l'eau suite à la dérivation partielle et expliquer pourquoi le pH de 6,9 enregistré en amont du km 81 ne descendra jamais sous le critère acceptable de 6,5 pour la protection de la vie aquatique.

Réponse

En l'absence de débit réservé, la qualité de l'eau des rivières à débit réduit est fonction des apports du bassin versant immédiat, de l'érosion des berges et de la réduction de débit, lequel s'accompagne d'une baisse de la turbulence et d'une augmentation du temps de séjour des eaux (Hydro-Québec, 1993).

Dans le cas du tronçon de la rivière Manouane compris entre le km 81 et le réservoir du Grand Détour, les dépôts fluvioglaciaires et les berges constituées de sable et de sable et gravier, ne provoqueront pas de turbidité et n'auront pas d'effet sur le pH. Les petits ruisseaux drainant le bassin versant en aval du point de coupure pourraient, à la limite, apporter des eaux dont le pH est semblable aux pH mesurés dans les lacs environnants, qui est plus faible que celui de la rivière Manouane.

L'augmentation du temps de séjour des eaux devrait contribuer à faire remonter le pH. Toutefois, le principal élément qui déterminera vraisemblablement le pH de ce tronçon de rivière sera le débit de près de 9 m³/s retourné à la rivière, dont le pH oscillera autour de 6,7 durant la période de modification maximale après la mise en eau. À plus long terme le pH de cet apport sera identique à celui qu'on mesure actuellement dans la rivière Manouane en amont du point de coupure, soit environ 6,9.

QC-48 – Diminution de la saturation en oxygène dans la rivière Manouane

À la page 5.6.2, on discute de la saturation en oxygène et on conclut que le critère de protection de la vie aquatique sera respecté en tout temps. Une clarification devra être apportée sur la diminution de saturation en oxygène qui s'effectuera dans tout le cours de la rivière Manouane et détailler celle-ci dans chacun des quatre tronçons de la rivière, de façon à mettre en évidence les impacts de cette diminution sur la faune aquatique, en particulier les espèces sensibles comme la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Selon les indices de modification calculés pour le réservoir du Grand Détour et qui sont présentés au tableau 5.37 du rapport d'avant-projet (voir page 5-63) — et plus spécifiquement selon l'indice global de modification et l'indice de déficience en oxygène dissous —, le taux de saturation en oxygène dissous de la plus grande partie du réservoir (au moins 70 % de celui-ci) demeurera toujours supérieur au critère de qualité pour la protection de la vie aquatique. Pour les espèces d'eau froide, celui-ci correspond, selon le MENV, à un intervalle compris entre 54 et 63 % de saturation suivant la température de l'eau. Cette évaluation est valable pour la fin des deux premiers hivers, lorsque l'activité de décomposition des matières organiques submergées sera maximale. Pour le reste de l'année, les teneurs en oxygène dissous seront toujours supérieures au critère de qualité. Après cette période d'environ deux ans, elles deviendront graduellement comparables à celles qu'on mesure dans lacs naturels de la région.

Selon le pire scénario, le débit réservé de 3 m³/s apporterait au tronçon 4 de la rivière Manouane des eaux provenant de la zone du réservoir où la teneur en oxygène dissous sera faible ; celle-ci représente au maximum 30 % du réservoir. La présence d'une série de rapides entre le barrage et le km 93 permettrait alors, selon toute vraisemblance, une réoxygénation des eaux à un niveau de saturation dépassant le critère de qualité du MENV pour la protection des espèces d'eau froide. Ce critère serait donc respecté pour le tronçon 4 de la rivière Manouane, c'est-à-dire entre les km 81 et 93.

De plus, même si la zone de rapides ne parvenait pas à réoxygéner suffisamment les eaux en provenance du réservoir, la durée de la déficience serait vraisemblablement trop courte pour que l'ensemble du tronçon devienne problématique. La réaction habituelle des poissons, en réponse à une déficience en oxygène dissous, est de fuir la zone perturbée lorsque la chose leur est physiquement possible. Or, les poissons pourront se déplacer librement jusqu'au km 83, où un seuil est prévu. À cause des apports naturels à ce tronçon, qui contiendront des eaux bien oxygénées, et en raison de la formation de la glace, qui fournit de l'oxygène à la couche d'eau sous-jacente, il y aura toujours un certain volume d'eau du tronçon 4 où la teneur en oxygène dissous sera propice à la survie des poissons à la fin de l'hiver. Dès le dégel, ou même avant, avec les évacuations d'eaux de surface en crue printanière, la réoxygénation sera complète.

Le programme de suivi environnemental permettra de connaître le taux d'oxygène dissous au point de restitution du débit réservé. Des mesures pourront être prises pour favoriser la réoxygénation des eaux si la situation l'exige.

Le long du tronçon 3, situé entre les km 81 et 61, plusieurs séries de rapides permettront une réoxygénation des eaux jusqu'à une valeur proche du point de saturation. Pour la majeure partie du tronçon 3 et pour les tronçons 2 et 1, jusqu'à l'embouchure de la rivière Manouane, les teneurs en oxygène dissous demeureront toujours près du niveau de saturation. Ainsi, pour les tronçons où la ouananiche est un enjeu, les eaux de la rivière Manouane demeureront saturées en oxygène dissous.

Végétation aquatique et riveraine

QC-49 – Impacts des modifications à la végétation aquatique et riveraine

L'initiateur de projet devrait décrire les impacts, à court et moyen terme, de la modification de la végétation aquatique et riveraine sur l'habitat de fraie du grand brochet (rivière Manouane et Péribonka) et la perchaude (rivière Péribonka), sur l'habitat de frai, d'alimentation et d'abri que procure cette végétation à diverses espèces aquatiques.

Réponse

Typiquement, la végétation riveraine inondée produit une grande quantité de nourriture pour les poissons sous forme de plancton et d'invertébrés, tout en fournissant un substrat de fraie et une protection pour les alevins et les fretins contre les courants et les prédateurs (Goupil, 1998).

À court terme, le grand brochet devrait bénéficier de l'extension de la bande riveraine herbacée, car cette espèce privilégie la végétation herbacée de type graminéoïde pour le dépôt des œufs lors de la fraie printanière (Vallières et Fortin, 1988). À plus long terme, la bande riveraine herbacée actuelle sera progressivement colonisée par l'arbustaire riveraine qui sert davantage d'abri pour les fretins et les alevins des espèces qui peuplent la rivière Manouane. Par rapport aux conditions actuelles, l'accroissement du temps de résidence des eaux dans les milieux inondés favorisera aussi une meilleure production zooplanctonique (Alliance Environnement, 2000) favorable, notamment, au doré jaune, aux meuniers et aux autres espèces de poissons-proies.

Ce phénomène se manifestera à différents degrés tout le long de la rivière en fonction de l'ampleur de la réduction des débits. Près du point de coupure, l'écart entre les débits d'étiage et les débits de crue devrait favoriser le maintien d'une plaine inondable relativement large dans les zones en pente faible. En aval du lac Duhamel, on estime que les modifications attendues en ce qui concerne la végétation riveraine n'auront pas de répercussions perceptibles sur la production de poisson, laquelle subirait davantage l'influence d'autres facteurs.

Dans la rivière Péribonka, la perchaude est absente en amont de la centrale de Chute-du-Diable, et ne serait donc pas touchée par le projet. Rappelons que les modifications de niveaux dans la rivière Péribonka ne sont pas significatives.

QC-50 – Déboisement et nettoyage du futur réservoir

À plusieurs reprises dans l'étude, il est question du déboisement et du nettoyage du futur réservoir. Il serait intéressant que ces informations soient regroupées dans un même tableau où on retrouve les superficies déboisées ou nettoyées, les méthodes utilisées et les cotes correspondantes. Si des travaux semblables sont prévus à la rivière aux Hirondelles, ils seront inclus dans ce tableau.

Réponse

Le tableau 7.9 du rapport d'avant-projet (voir page 7-77) contient l'information demandée. Pour plus précision, le tableau aurait pu s'intituler : « Opérations de récupération et biomasse à débayer ». On y aborde la question de la récupération des strates exploitables (420 ha).

La méthode de déboisement pourrait consister en l'abattage, le ramassage et le brûlage sur place de la biomasse, et ce, pour toutes les catégories de terrain (voir la colonne *Lieu* du tableau 7.9 du rapport d'avant-projet). Quant aux résidus de la récupération, ceux-ci pourraient être éliminés, vraisemblablement par brûlage, là où ils sont empilés. La méthode d'exploitation des bois marchands est celle intitulée *Arbres entiers*. La méthode à utiliser sera précisée à l'étape de la réalisation du projet.

La cote limite est définie en fonction de la cote d'inondation retenue de 418 m, à laquelle on a ajouté, en bordure du périmètre, une largeur de 3 m pour constituer une berge naturelle.

En ce qui concerne la rivière aux Hirondelles, selon le tableau 7.10 du rapport d'avant-projet (voir page 7-80) aucune intervention forestière n'est prévue.

QC-51 – Superficies de végétation aquatique et riveraine ennoyées

À la section 6.2.2.2, l'initiateur de projet spécifiera si les 486 ha de végétation riveraine et aquatique ennoyée s'ajoutent ou sont inclus dans la superficie de 564 ha annoncée plus haut. La question vaut également pour les 420 ha qui font l'objet de récupération (p. 7-77).

Réponse

La valeur de 486 ha de végétation aquatique et riveraine qui sera ennoyée par suite de la création du réservoir du Grand Détour provient du tableau 6.2 du rapport d'avant-projet (voir page 6-6). Cette valeur englobe 374 ha d'arbustaies et 112 ha d'herbaciaies en bordure de la rivière Manouane (en amont du km 97), de la rivière du Grand Détour, du lac du Grand Détour et du ruisseau Rond.

Par ailleurs, la superficie totale des terrains qui seront submergés atteint 1 234 ha (voir le tableau 7.8 du rapport d'avant-projet à la page 7-75). Cette superficie comprend 685 ha de terrains forestiers productifs et accessibles, dont 420 ha feront l'objet de récupération. Les

374 ha d'arbustaies ne sont pas compris dans ce dernier chiffre, puisqu'il ne s'agit pas de terrains forestiers productifs. En ce qui concerne la valeur de 564 ha mentionnée dans la question, on ne la retrouve pas dans le rapport d'avant-projet.

QC-52 – Inondation et lessivage des nouvelles berges par les crues printanières

Une nuance devrait être apportée concernant le fait que, très régulièrement, une crue printanière très forte comparativement aux débits après aménagement viendra lessiver ou à tout le moins inonder les nouvelles berges, risquant ainsi de compromettre le nouvel équilibre floristique. Ce phénomène devra être pris en compte dans l'évaluation des impacts. Le qualitatif « transitoire » de la section 6.2.2.5 risque de ne pas être approprié.

Réponse

Seule la portion de berge nouvellement exondée pourrait être maintenue instable par le retour périodique d'une crue normale, puisque l'étage supérieur sera davantage colonisé par des arbustes, comme l'aulne, qui peuvent tolérer un haut niveau d'inondation et de forts courants.

Cette bande se recouvrira rapidement d'herbacées, et sa stabilité sera conditionnée par le type de plante qui s'y développera. En fait, si les plantes ont un système racinaire développé et un processus de colonisation rapide (accentué, par exemple, par un mode de reproduction végétatif), elles formeront rapidement un tapis dense et inextricable offrant davantage de résistance aux crues.

Il se peut que l'instabilité de la bande herbacée se maintienne durant quelques années, le temps que des espèces plus aptes et/ou plus tolérantes apparaissent et se développent. La recolonisation végétale de la rivière Koksoak, qui présente un retour à des débits de crue naturels de façon atypique, s'est effectué très rapidement (Denis et Hayeur, 1998).

Plancton et benthos

QC-53 – Comparaisons entre la rivière Manouane et les rivières Eastmain et Opinaca

Aux sections 6.3.1.1 et 6.3.1.2, l'initiateur de projet fait référence aux rivières Eastmain et Opinaca afin d'établir des comparaisons avec la rivière Manouane. Il devra expliquer en quoi ces rivières sont comparables (position géographique, débit, régime thermique, qualité de l'eau etc.) et quelle est la portée de cette comparaison.

Réponse

Les rivières Eastmain et Opinaca (52,3° N) sont situées à des latitudes et dans des zones climatiques assez comparables à celles de la rivière Manouane (50° N). Selon la classification numérique des climats de Litynski (1984), les deux zones présentent un climat subpolaire continental, mais la zone de la rivière Manouane reçoit plus de précipitations (de 800 à 1 350 mm) que la zone des rivières Eastmain et Opinaca (de 450 à 800 mm).

Les débits moyens annuels avant et après coupure sont respectivement de 980 et 95 m³/s à l'embouchure de la rivière Eastmain, de 260 et 35 m³/s à l'embouchure de la rivière Opinaca, enfin, de 106 et 75 m³/s à l'embouchure de la rivière Manouane (c'est-à-dire à son point de confluence avec la rivière Péribonka). Dans le secteur des travaux, le débit moyen annuel passera de 39,3 à 9 m³/s.

En ce qui concerne la sédimentométrie, il importe de rappeler que les rivières Eastmain et Opinaca coulent sur l'ensemble de leur parcours dans la zone d'influence de la mer de Tyrrell. Leurs rives sont donc caractérisées par une dominance de sédiments fins. En comparaison, les rives de la rivière Manouane sont principalement composées de sable ou de sable et gravier.

Les espèces de poissons présentes dans la rivière Manouane se retrouvent également dans les rivières Eastmain et Opinaca.

Les principaux écarts dans les conditions qui prévalent dans le secteur de la rivière Manouane et dans celui des rivières qui servent de base de comparaison concernent l'importance relative du débit dérivé, qui est moindre dans le cas de la rivière Manouane, et la quantité de sédiments fins, qui est également inférieure. Ces écarts laissent prévoir un impact moindre pour la rivière Manouane que pour les rivières Eastmain et Opinaca. Il apparaissait donc pertinent d'utiliser les enseignements tirés des études menées sur ces deux rivières pour illustrer certains impacts du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane.

QC-54 – Réduction du débit et déficit d'organismes benthiques en aval du point de coupure

À la page 6-16, l'initiateur de projet mentionne un léger déficit en matière de biomasse totale d'organismes benthiques qui sera occasionné par la perte de la dérive d'organisme en provenance de la partie amont de la rivière Manouane et par l'exondation de 6 à 27 % des superficies mouillées. Celui-ci devrait donc fournir une estimation de ce déficit pour les quatre tronçons de la rivière, avec et sans les mesures d'atténuation.

Réponse

L'impact de la diminution de la dérive sur les communautés d'invertébrés benthiques sera faible et limité à la portion de la rivière Manouane située immédiatement en aval du point de coupure. Ainsi, Townsend et Hildrew, 1976 (dans Sheldon, 1984) ont estimé qu'en moyenne 3,6 % de la biomasse totale des organismes benthiques dérivent quotidiennement. Cependant, ce renouvellement continu est de faible ampleur spatiale, puisque la majorité des colonisateurs ne se déplacent que de quelques mètres avant de se rétablir de nouveau (McLay, 1970 ; Elliott, 1970 ; Townsend et Hildrew, 1976 dans Sheldon, 1984). On peut donc estimer que la biomasse des organismes benthiques en dérive diminuera en proportion de la coupure de débit, soit de 77 %, et que ceci se traduira par une diminution de 2,8 % de la biomasse totale des organismes benthiques disponibles immédiatement en aval du point de coupure ($3,6 \% \times 77 \% = 2,8 \%$).

Plus en aval du point de coupure, la proportion des invertébrés benthiques qui sera perdue en raison de l'exondation des berges devrait correspondre approximativement à la proportion de la superficie mouillée qui sera perdue (par exemple, une exondation de 6 % des superficies mouillées devrait conduire à une perte de 6 % de la biomasse). Cette perte de biomasse totale due à l'exondation comprendra la perte de la dérive qui en fait partie.

Il est difficile de prévoir avec précision la production de benthos dans la portion de rivière qui demeurera inondée. Les études menées dans la rivière Eastmain, avant et après la coupure du débit engendrée par la mise en eau et l'exploitation des réservoirs du complexe La Grande, ont démontré que les biomasses zoobenthiques récoltées sur des substrats artificiels après la coupure du débit étaient plus élevées qu'avant ou que dans des plans d'eau de référence (Boudreault et Roy, 1985). Cependant, des échantillonnages du substrat naturel (prélèvements par benne) dans les rivières Eastmain et Opinaca ont démontré des biomasses zoobenthiques relativement faibles la quatrième année après la dérivation (Boudreault, 1985).

En contrepartie, dans la rivière Manouane, et à l'instar de ce qui a été observé dans les cas similaires, l'eau provenant du lac du Grand Détour rehaussé sera plus riche en éléments nutritifs par suite de la décomposition de la matière organique enoyée. Cet enrichissement organique, jumelé à l'augmentation permanente du temps de séjour de l'eau causé par la réduction du débit et la construction d'ouvrages de retenue (seuil au km 83 et épi à l'embouchure du lac Duhamel), favorisera une augmentation de la productivité primaire et secondaire, laquelle se

traduira par une augmentation des biomasses phytoplanctonique, zooplanctonique et zoobenthique par unité de surface. À la lumière de ces connaissances, nous estimons que les effets antagonistes des pertes de superficies mouillées, d'une part, et de l'augmentation du temps de séjour et de la matière organique, d'autre part, n'auront pas d'impact négatif sur la biomasse de la faune benthique. En conséquence, la faune ichtyenne utilisant cette ressource ne subira pas d'impacts significatifs. Dans les rivières Eastmain et Opinaca, on a au contraire observé une augmentation de la biomasse de la plupart des espèces présentes. Cela, sans doute, en réponse à une augmentation de la biomasse des invertébrés, toutes causes confondues.

QC-55 – Ampleur des gains et des pertes sur le plancton et le benthos

Le tableau 6.5 de la page 6-19 présente le bilan des principaux impacts sur le plancton et le benthos des différents secteurs qui seront touchés par le projet. L'initiateur de projet devra décrire l'ampleur des gains et des pertes en fonction des espèces touchées par ces impacts dans chaque secteur, ceci avec et sans les mesures d'atténuation prévues.

Réponse

L'ampleur des gains et des pertes est présentée ci-dessous séparément pour les trois secteurs qui seront touchés par le projet soit, la rivière Manouane, le lac du Grand Détour et la rivière aux Hirondelles.

Rivière Manouane

Tel qu'il est indiqué au tableau 6.5 du rapport d'avant-projet (voir page 6-19), les principaux impacts appréhendés dans la rivière Manouane par suite de la coupure du débit sont une augmentation de la densité du zooplancton et une diminution de la biomasse benthique. Ces changements auront aussi des répercussions sur les populations de poissons. Ces impacts sont prévus avec et sans la mise en place de mesures d'atténuation (débit réservé de 3 m³/s et aménagement d'un épi au km 50 et d'un seuil au km 83).

On peut estimer l'ampleur des gains en zooplancton en se basant sur les résultats observés dans les rivières Eastmain et Opinaca après la coupure du débit. Les études sur ces rivières ont démontré que le principal facteur qui détermine la production zooplanctonique est le temps de séjour de l'eau (Roy, 1985). La coupure de 90 % du débit de la rivière Eastmain et de 87 %, du débit de la rivière Opinaca a fait augmenter le temps de séjour de l'eau et la production zooplanctonique. En effet, entre 1978-79 et 1984, celle-ci est passée de moins de 1 mg/m³ pour les deux rivières à plus de 21 mg/m³ dans la portion aval de la rivière Eastmain, et à 3,4 mg/m³ à la confluence des rivières Eastmain et Opinaca. L'aménagement de seuils sur la rivière Eastmain en 1982 a fait augmenter le temps de séjour de l'eau de 22 à 43 jours, ce qui a engendré une hausse de la production zooplanctonique, qui est passée de 15 à plus de 21 mg/m³ en 1984.

Dans la rivière Manouane, la réduction du débit moyen annuel de plus de 85 % (sans débit réservé) ou de 78 % (avec un débit réservé de 3 m³/s) pourrait entraîner une augmentation de productivité zooplanctonique similaire à celle observée dans les rivières Eastmain et Opinaca, soit une augmentation de l'ordre de 3 à 20 fois la production actuelle.

En ce qui concerne le benthos, la perte de biomasse par diminution de la dérive et par exondation des rives de la rivière Manouane est estimée entre 2,8 et 27 % selon les tronçons, avec les mesures d'atténuation proposées : perte de 2,8 % attribuable à la réduction de la dérive au point de coupure plus pertes de 0 à 24 % attribuables à l'exondation des rives. Sans les mesures d'atténuation, ces pertes pourraient atteindre de 7 à 62 % selon les tronçons.

Il est difficile d'estimer l'ampleur des gains ou des pertes qui seront occasionnés aux différentes espèces de poissons de la rivière Manouane par l'augmentation de la productivité zooplanctonique et la diminution de la biomasse zoobenthique. Par exemple, dans les rivières Eastmain et Opinaca, 16 ans après la coupure du débit, soit en 1996, les sections lentiques présentaient une augmentation globale de la productivité ichtyenne d'environ 88 % (Deslandes et coll., 1993). Le meunier rouge, le meunier noir, le doré jaune et le grand brochet sont les espèces qui ont connu la plus forte augmentation de productivité. L'esturgeon jaune a connu une augmentation de productivité plus faible que les espèces précédentes, tandis que la productivité du grand corégone et du cisco de lac est demeurée stable.

Les sections lotiques présentaient quant à elles un bilan global négatif, avec une diminution de productivité ichtyenne d'environ 33 %. Cette diminution a touché le grand brochet, le doré jaune et l'esturgeon jaune. La productivité du meunier noir, du cisco de lac et du grand corégone est demeurée stable, alors que celle du meunier rouge a considérablement augmenté.

Ces observations laissent supposer que, globalement, les effets positifs pour les poissons de l'augmentation de la productivité zooplanctonique dans les sections lentiques dépassent les effets négatifs engendrés par la perte de biomasse zoobenthique. L'inverse serait vrai dans les sections lotiques, lesquelles ne sont pas propices à la croissance du zooplancton.

Lac du Grand Détour

Les impacts appréhendés dans le lac du Grand Détour par suite de la mise en eau sont une augmentation de la densité et de la biomasse du zooplancton, et une augmentation de la biomasse zoobenthique. Aussi, la mise en eau va faire tripler la superficie du lac, ce qui agrandira d'autant l'habitat du poisson et qui aura pour effet d'augmenter la biomasse ichtyenne. Aucune mesure d'atténuation n'est prévue pour ce secteur.

Dans le réservoir La Grande 2, il s'est produit une forte augmentation de la densité du zooplancton (facteur multiplicatif de 3 à 4 en moyenne aux stations lacustres) au cours des trois années qui ont suivi la mise en eau (1980, 1981 et 1982). En 1984, les densités ont diminué, mais sont demeurées à un niveau plus élevé qu'avant la mise en eau avec une augmentation de 48 % de la densité de zooplancton exprimée en mg/m³ (Roy, 1985). En règle générale, dans les

réservoirs la productivité à l'hectare est maintenue semblable à celle des plans d'eau naturels. Dans tous les cas, l'accroissement de la superficie de l'habitat a pour effet de faire augmenter d'une manière très importante la biomasse totale produite.

Dans le réservoir Opinaca du complexe La Grande, les fluctuations d'abondance du zooplancton aux stations situées dans le parcours des eaux (c'est-à-dire dans le courant) ont été similaires à celles des lacs témoins. Par contre, à la station située en périphérie du réservoir, il s'est produit une forte augmentation de la densité zooplanctonique au cours des trois années qui ont suivi la mise en eau, puis la densité est revenue au même niveau qu'avant la mise en eau (Roy, 1985). Dans cette même étude, on estime que la réponse du zooplancton à la mise en eau est fonction du rapport entre la *surface terrestre inondée* et la *surface totale du réservoir* ; ce rapport, qui était de 0,85 au réservoir La Grande 2 et de 0,6, au réservoir Opinaca, sera de 0,66 pour le réservoir du Grand Détour. La réponse du zooplancton dans ce réservoir devrait donc ressembler à celle observée dans le réservoir Opinaca. Puisque la superficie du lac du Grand Détour va tripler, le résultat final sera une augmentation équivalente de la biomasse totale du zooplancton disponible pour les poissons.

En ce qui concerne le zoobenthos, on a constaté, dans les réservoirs La Grande 2 et Opinaca, que les plans d'eau en formation soutenaient une faune d'invertébrés relativement diversifiée, comparable, en termes de grands groupes taxonomiques, à celle observée dans les lacs et rivières de la région (Boudreault et Roy, 1985). La densité des invertébrés dans les zones nouvellement inondées du réservoir du Grand Détour devrait donc être similaire à celle présente actuellement dans le lac, ou même supérieure, puisque les nombreux supports que représentent la végétation terrestre submergée offrent des surfaces de colonisation grandement supérieures à celles présentes dans les milieux naturels. La biomasse zoobenthique totale devrait donc être au moins trois fois plus grande qu'elle n'est actuellement.

L'augmentation de la biomasse totale des poissons prévue dans le réservoir du Grand Détour a déjà été précisée dans le rapport d'avant-projet.

Rivière aux Hirondelles

Les impacts prévus dans la rivière aux Hirondelles sont, à moyen terme, une augmentation de la dérive d'invertébrés en provenance du réservoir du Grand Détour et, à long terme, une diminution de la production de zooplancton et de benthos en raison de l'augmentation de la vitesse d'écoulement (temps de séjour de l'eau plus court) et de la baisse de niveau du lac Patrick.

Les résultats des études menées dans les voies de détournement du complexe La Grande sont difficilement applicables pour prédire ce qui se produira dans la rivière aux Hirondelles. Ainsi, le détournement Boyd-Sakami a engendré une forte hausse des débits, qui sont passés de 200 à 1 000 m³/s à l'exutoire du lac Sakami. Sur le parcours du détournement Laforge, les débits moyens annuels sont passés de 30 à environ 800 m³/s. Bien qu'elles soient de proportions similaires, ces augmentations de débit sont sans commune mesure avec l'augmentation prévue dans la rivière aux Hirondelles, qui verra son débit moyen annuel passer de 1,2 à 32 m³/s.

Poisson

Habitat et communauté

QC-56 – Méthode de détermination des pertes et des gains d'habitat

Afin de compléter la section 6.4.2.1, l'initiateur de projet présentera la méthode utilisée pour la détermination des pertes et des gains d'habitat et de capacité de production pour toutes les espèces de poisson, incluant l'omble de fontaine et pour toutes les parties des réseaux hydrographiques touchées par le projet. Il devrait également présenter les pertes et les gains anticipés par espèce de manière détaillée, en termes de superficie d'habitat et de production (kg de poisson).

Réponse

Les méthodes utilisées pour évaluer les pertes et les gains d'habitats et de capacité de production sont expliquées en détail dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). Les résultats obtenus pour chacune des espèces cibles sont résumés dans les tableaux 6.13 et 6.14 du rapport d'avant-projet (voir pages 6-45 et 6-46). Ces résultats excluent toutefois l'omble de fontaine, qui n'a pas fait l'objet d'une analyse détaillée en raison de son caractère marginal dans la zone étudiée. En effet, comme on l'explique dans les réponses aux questions QC-59 et QC-60, l'omble de fontaine présente peu de sensibilité dans la zone d'étude et n'a donc pas été pris en considération dans l'évaluation subséquente des impacts, ni dans l'analyse du débit réservé écologique.

À noter, cependant, qu'on a révisé les pertes de superficies de fraie pour la ouananiche afin de tenir compte de l'effet du régime des glaces et du frasil en période hivernale (voir la réponse à la question QC-61). Ainsi, les pertes de frayères à ouananiche totalisent près de 5 000 m² selon la nouvelle évaluation plutôt que les 3 000 m² qu'annonce le tableau 6.14 du rapport d'avant-projet (voir page 6-46). Par ailleurs, il convient de souligner que les éventuels gains de production chez le doré jaune et la ouananiche (après application des mesures d'atténuation et de compensation) n'ont jamais fait l'objet d'une évaluation détaillée, à défaut de modèles de prédiction suffisamment précis.

QC-57 – Provenance des données d'inventaire des jeunes ouananiches

En ce qui concerne l'inventaire des jeunes ouananiches, l'initiateur de projet précisera si l'estimation de la densité des jeunes ouananiches de la rivière Manouane est basée uniquement sur les résultats de la campagne de pêche à l'électricité de 1999 figurant à l'annexe F. Si ce n'est pas le cas, l'initiateur de projet devrait présenter les données supplémentaires ainsi que leur provenance.

Réponse

Les données de pêche à l'électricité présentées dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000) et à l'annexe F du rapport d'avant-projet constituent les seules données disponibles sur les densités de ouananiches juvéniles qu'on retrouve dans la rivière Manouane.

QC-58 – Méthode de caractérisation des frayères

L'initiateur de projet devra décrire succinctement la méthode employée pour la caractérisation des frayères existantes et potentielles présentes dans tous les secteurs des réseaux hydrographiques touchés par le projet Manouane pour chaque espèce de poisson, incluant l'omble de fontaine.

Réponse

Dans un premier temps, une analyse des photographies aériennes à l'échelle de 1 : 15 000 a été réalisée afin de repérer les types de faciès d'écoulement et de substrat présents dans l'ensemble des plans d'eau devant être touchés par la réalisation du projet : rivière Manouane, rivière aux Hirondelles et zone d'ennoiement du futur réservoir du Grand Détour. Ces travaux ont permis d'obtenir une première évaluation des sites potentiels de fraie pour la ouananiche, l'omble de fontaine, le doré jaune et le grand corégone. Par la même occasion, les zones de végétation aquatique et riveraine ont été délimitées en bordure de ces plans d'eau, ce qui a permis de localiser les sites potentiels de fraie pour le grand brochet.

À la suite de ces travaux de photo-interprétation, des inventaires sur le terrain ont été planifiés afin de caractériser de façon plus précise les sites pouvant être utilisés par la ouananiche, l'omble de fontaine et le doré jaune. Les méthodes appliquées au cours de ces travaux sont décrites dans l'annexe C du rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). À noter que dans le cas des frayères à doré jaune, l'inventaire a été réalisé après l'édition du rapport d'avant-projet. Les résultats obtenus lors de cet inventaire sont donc également présentés dans le rapport sectoriel sur les poissons.

QC-59 – Rareté de l'omble de fontaine dans les rivières Manouane et Péribonka

Aux pages 6-20 et 6-21, il est mentionné que l'omble de fontaine serait plutôt rare dans les rivières Manouane et Péribonka et semblerait marginal dans les lacs Duhamel, du Grand Détour et Patrick. L'initiateur de projet devrait préciser cette affirmation et décrire les éléments qui lui ont permis d'en arriver à ce constat.

Réponse

Voici l'information qui a été utilisée pour déterminer l'abondance des populations d'ombles de fontaine dans les plans d'eau touchés par le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane :

- Des pêches à l'électricité ont été réalisées dans la rivière Manouane entre le 15 et le 22 septembre 1999. Un total de six stations de pêche ont été choisies. Trois de ces stations étaient situées près de l'embouchure de la rivière Manouane, entre les km 4 et 10, et deux autres en amont du lac Duhamel, entre les km 61 et 64. La dernière station se trouvait à l'embouchure de la rivière du Castor-Qui-Cale, à proximité du km 35.

À chaque station de pêche, un minimum de trois parcelles ouvertes de 100 m² ont été échantillonnées. De plus, une parcelle fermée a été couverte en amont du lac Duhamel. Au total, 22 parcelles ont ainsi été échantillonnées. Les principales espèces récoltées au cours de ces pêches ont été le chabot visqueux, la lotte, le naseux des rapides, ainsi que d'autres cyprins non identifiés. Un seul spécimen d'omble de fontaine a été capturé lors de ces pêches, dans une des parcelles situées à l'embouchure de la rivière du Castor-Qui-Cale. Ces résultats tendent à confirmer l'hypothèse selon laquelle l'omble de fontaine serait plutôt rare dans les rivières Manouane et Péribonka, mais qu'il serait plus abondant dans les tributaires.

- Des pêches effectuées en 1981 par le MLCP dans le lac Duhamel (du km 51 au km 61) ont permis de recenser dix espèces de poissons dans ce plan d'eau : ouananiche, doré jaune, grand brochet, grand corégone, lotte, meunier noir, meunier rouge, outouche, ménomini rond et chabot *sp.* (FAPAQ, données non publiées). L'omble de fontaine n'a pas été répertorié au cours de ces pêches.
- La Pourvoirie du Lac Duhamel et la pourvoirie Pavillon Boréal exploitent une portion importante de la rivière Manouane. Dans le secteur de la pourvoirie du Lac Duhamel, les principales espèces récoltées dans la rivière Manouane et le lac Duhamel sont la ouananiche, le doré jaune, le grand brochet et le grand corégone, alors que dans le secteur de la pourvoirie Pavillon Boréal, le grand brochet est la principale espèce récoltée dans la rivière Manouane. Sur ces deux territoires à droits exclusifs, les captures d'ombles de fontaine proviennent

essentiellement des sous-bassins qui se déversent dans la rivière Manouane, ce qui confirme encore une fois que l'omble de fontaine serait plutôt rare dans cette rivière, et qu'il serait nettement plus abondant dans ses tributaires.

- Par ailleurs, des pêches expérimentales ont été effectuées les 20 et 21 août 1999 dans le lac du Grand Détour ainsi que dans la rivière Manouane, à proximité de sa confluence avec la rivière du Grand Détour. Un effort de pêche total de 6 nuits-filets et de 12 nuits-nasses a été appliqué, en utilisant la méthode d'inventaire normalisée pour le doré jaune (MEF, 1994). Ces pêches ont permis de répertorier quatre espèces, soit le grand corégone (8,8 individus/nuit-filet), le grand brochet (5,5 individus/nuit-filet), le meunier noir (4,2 individus/nuit-filet) et le meunier rouge (0,3 individu/nuit-filet). Toutefois, aucun omble de fontaine n'a été récolté au cours de ces pêches.
- En ce qui concerne le lac Patrick, des pêches expérimentales ont été effectuées les 3 et 4 septembre 1997, en appliquant la méthode d'inventaire normalisée pour l'omble de fontaine (MEF, 1994). Un effort de pêche de 5 nuits-filets et de 3 nuits-nasses a été appliqué dans ce plan d'eau, ce qui a permis de confirmer la présence de deux espèces, soit le grand corégone (3,0 individus/nuit-filet) et le grand brochet (1,2 individu/nuit-filet). Toutefois, aucun omble n'a été récolté au cours de ces pêches.

L'ensemble des résultats présentés précédemment démontrent que l'omble de fontaine est très peu abondant dans les plans d'eau touchés par le projet, au point où il peut être considéré comme une espèce marginale dans la zone étudiée. Cette situation peut s'expliquer par la présence de nombreuses espèces entretenant des liens de prédation ou de compétition avec lui. En milieu fluvial, la ouananiche occupe généralement les meilleurs habitats d'élevage (zones de rapides et de seuils) et déplace l'omble de fontaine vers les zones d'écoulement plus lenticques qui deviennent alors limitantes pour la production d'ombles (Therrien et Lachance, 1997). Étant donné que ces dernières zones sont également fréquentées par le doré jaune et le grand brochet, deux espèces qui peuvent exercer une prédation sur lui, on comprend pourquoi l'omble de fontaine serait très peu abondant dans l'ensemble du cours inférieur de la rivière Manouane ainsi que dans la rivière Péribonka.

Par ailleurs, dans le secteur du lac du Grand Détour, du lac Patrick et de la rivière aux Hironnelles, il semble que la prédominance des zones d'écoulement lenticques favoriserait le grand brochet au détriment de l'omble de fontaine (voir la réponse à la question QC-60). La prédation exercée par le brochet limiterait considérablement l'abondance de l'omble de fontaine dans les lacs Patrick et du Grand Détour, au point où l'espèce serait incapable de s'y maintenir.

QC-60 – Habitats favorables à l'omble de fontaine dans la zone touchée par le projet

De façon globale, la rivière Manouane est considérée comme peu productive pour l'omble de fontaine, malgré le fait que cette espèce soit présente sporadiquement sur tout le cours de la rivière visé par les travaux. L'initiateur de projet devra décrire tous les habitats favorables à cette espèce dans toutes les parties des réseaux hydrographiques touchés par le projet, en particulier ceux compris entre les km 68 et 82 dont il est question à la page 6-25.

Réponse

Aires de fraie

Concernant le cours inférieur de la rivière Manouane (du km 0 au km 68) et la rivière Péri-bonka, aucune information n'est disponible dans les dossiers de la FAPAQ à propos des frayères pouvant être utilisées par l'omble de fontaine. Toutefois, les habitats de fraie ne sont probablement pas limitants, puisque l'espèce peut utiliser des sites semblables à ceux utilisés par la ouananiche.

Dans le cours supérieur de la rivière Manouane (en amont du km 68), l'examen des photographies aériennes a permis de localiser quelques seuils présentant des plages de gravier propices à la fraie de l'omble de fontaine, que ce soit en aval du barrage projeté (km 97) ou dans le secteur qui sera ennoyé (voir l'annexe D du rapport d'avant-projet). Cependant, le survol en hélicoptère du secteur compris entre les km 68 et 97 n'a pas permis de repérer ces sites propices. En effet, ce secteur comporte plusieurs rapides de forte intensité ainsi que des chutes et cascades, ce qui s'accompagne d'une granulométrie beaucoup trop grossière pour l'omble de fontaine. Une petite frayère d'un peu moins de 100 m² a néanmoins été repérée près du km 91 (frayère F15).

Dans le secteur du lac du Grand Détour, les travaux de photo-interprétation indiquent que la rivière du Grand Détour et le tributaire situé à l'est du lac du Grand Détour présentent un certain potentiel pour la reproduction de l'omble de fontaine. Toutefois, la dominance du sable dans les sites identifiés limite probablement leur utilisation par les géniteurs.

Enfin, dans le secteur de la rivière aux Hirondelles, aucune frayère potentielle à omble de fontaine n'a été découverte dans l'exutoire du lac Patrick ni dans le principal tributaire de ce plan d'eau (exutoire du lac Numéro Deux), les tronçons parcourus étant composés de méandres sablonneux. La photo-interprétation réalisée entre le réservoir Pipmuacan et le lac Patrick n'a fait ressortir aucune frayère potentielle à omble de fontaine dans ce secteur.

Aires d'élevage

Le potentiel des habitats d'élevage disponibles pour l'omble de fontaine a été évalué grâce à la méthode POTSAFO 2.0 développée par la FAPAQ, qui tient compte des types d'écoulement.

Cette méthode permet de catégoriser chaque segment d'un cours d'eau selon deux classes de potentiel pour l'élevage, soit lotique et lentique, un écoulement de type lotique supportant une plus grande densité de juvéniles qu'un écoulement de type lentique (Lachance et Bérubé, 1999).

Les résultats de cet exercice pour l'ensemble des plans d'eau touchés par le projet sont présentés au tableau 8. À noter que dans le cas de la rivière Manouane, on a compilé les superficies d'habitat disponibles en tenant compte des obstacles infranchissables rencontrés. Ainsi, la rivière Manouane a été subdivisée de la façon suivante :

- de l'embouchure jusqu'au premier obstacle infranchissable (km 68) ;
- du km 68 jusqu'au quatrième obstacle infranchissable (km 82,5) ;
- du km 82,5 jusqu'à la hauteur du futur barrage (km 97) ;
- du km 97 jusqu'au km 128.

Tableau 8 — Superficies d'habitats disponibles pour l'élevage de l'omble de fontaine dans l'ensemble des plans d'eau touchés par le projet

Cours d'eau ou secteur	Superficie d'habitat ^a par catégorie			Total
	Lotique ^b	Lentique ^c	Chutes et cascades	
Rivière Manouane, km 0 à 68 ^d	16 412 (29,02 %)	40 047 (70,80 %)	100 (0,18 %)	56 559 (100 %)
Rivière Manouane, km 68 à 82,5	5 515 (33,85 %)	10 300 (63,23 %)	476 (2,92 %)	16 291 (100 %)
Rivière Manouane, km 82,5 à 97	1 400 (11,40 %)	10 644 (86,71 %)	232 (1,89 %)	12 276 (100 %)
Rivière Manouane, km 97 à 128	2 707 (8,46 %)	29 266 (91,43 %)	35 (0,11 %)	32 008 (100 %)
Tributaires n° 1, n° 2 et n° 3, et ruisseau Rond	82 (5,02 %)	1 550 (94,98 %)	0 (0)	1 632 (100 %)
Rivière du Grand Détour	598 (9,9 %)	5 445 (90,1 %)	0 (0)	6 043 (100 %)
Rivière aux Hirondelles et exutoire du lac Patrick	19 (12,0 %)	139 (88,0 %)	0 (0)	158 (100 %)

a. Les superficies d'habitats sont exprimées en unités de 100 m².

b. Rapides et seuils.

c. Chenaux, méandres, bassins et lacs.

d. À l'exclusion du lac Duhamel.

Dans la rivière Manouane, les habitats de meilleure qualité pour l'élevage des jeunes ombles sont situés entre les km 68 et 82,5 (voir le tableau 8). En effet, ce secteur est constitué à 34 % d'habitats ayant un écoulement de type lotique. Cependant, les déplacements des ombles sont

grandement restreints dans ce secteur en raison de la présence de douze chutes et cascades, dont quatre sont jugées totalement infranchissables par les salmonidés (Perron, 1994). Cette succession de douze obstacles sur une distance de 15 km combinée à l'absence de sites propices à la fraie limite vraisemblablement le potentiel de ce secteur pour le développement de l'omble de fontaine. Par ailleurs, dans le cours inférieur de la rivière Manouane (du km 0 au km 68), la présence de nombreuses espèces compétitrices et prédatrices limite également son développement, cela en dépit de la présence de 29 % d'habitats de type lotique.

À partir du km 82,5, les habitats offrant un écoulement de type lotique représentent moins de 12 % de la superficie disponible aux ombles, et ce, tant dans le cours principal de la rivière Manouane (du km 82,5 au km 128) que dans les tributaires qui seront ennoyés (voir le tableau 8). De telles conditions apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet, ce qui restreint du même coup le développement de l'omble de fontaine en raison de la prédation dont il est l'objet. Par conséquent, le grand brochet constitue vraisemblablement l'espèce dominante dans ce tronçon de rivière, ce qui a d'ailleurs été confirmé par le propriétaire de la pourvoirie Pavillon Boréal.

Ainsi, d'après les données disponibles, les populations d'ombles des secteurs se trouvant en aval du km 68 et en amont du km 82,5 sont susceptibles d'être marginales en raison de la présence de la ouananiche, du doré jaune et du grand brochet dans le premier secteur, et en raison de l'existence de conditions favorables au brochet dans le second secteur. En outre, dans le secteur compris entre les km 68 et 82,5, une succession de douze obstacles et l'absence de sites de fraie limitent vraisemblablement le potentiel pour le développement de l'omble de fontaine. De façon globale, la rivière Manouane n'est donc pas considérée comme un cours d'eau productif pour l'omble de fontaine à l'intérieur de la zone étudiée (du km 0 au km 128).

En ce qui concerne la rivière du Grand Détour, les résultats présentés au tableau 8 montrent que les conditions d'écoulement sont peu favorables pour l'élevage de l'omble de fontaine, puisque les habitats ayant un écoulement de type lentique occupent plus de 90 % des superficies disponibles. Ces conditions s'apparentent à celles qu'on retrouve dans la rivière Manouane en amont du km 82,5. Or, comme on l'a mentionné précédemment, de telles conditions apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet qu'à celui de l'omble de fontaine. Par conséquent, le grand brochet est probablement l'espèce dominante dans la rivière et le lac du Grand Détour, et l'omble de fontaine y est vraisemblablement marginal. D'ailleurs, les pêches expérimentales réalisées au cours de la présente étude confirment cette hypothèse, puisque aucun omble n'a été récolté dans ce secteur en dépit d'un effort de 6 nuits-filets.

Enfin, en ce qui concerne le secteur de la rivière aux Hirondelles, on constate que la majorité des habitats disponibles dans cette rivière et dans l'exutoire du lac Patrick présentent un faible potentiel pour l'élevage de l'omble de fontaine (88 % d'écoulement de type lentique). De plus, l'omble de fontaine doit partager ces habitats avec certaines des espèces présentes dans le réservoir Pipmuacan et dans le lac Patrick, notamment le grand brochet, le grand corégone et les meuniers, espèces avec lesquelles il entretient des relations de prédation ou de

compétition, et qui prédominent dans les zones à caractère lentique. Par conséquent, la rivière aux Hirondelles et l'exutoire du lac Patrick peuvent être considérées comme des habitats marginaux pour l'omble de fontaine.

Bilan

De façon globale, les conditions d'écoulement et les habitats disponibles dans la rivière Manouane, dans la rivière et dans le lac du Grand Détour, dans le lac Patrick et dans la rivière aux Hirondelles apparaissent nettement plus favorables au développement du grand brochet, du grand corégone et des meuniers qu'au développement de l'omble de fontaine. Les plans d'eau devant être touchés par le projet ne sont donc pas considérés productifs pour l'omble de fontaine. Par conséquent, cette espèce présente peu de sensibilité dans la zone d'étude et elle n'a pas été prise en considération dans l'évaluation subséquente des impacts.

QC-61 – Perte par exondation de superficies de frayères à ouananiche

À la page 6-33, on établit qu'il y aura perte de superficie de frayère de 2 825 m² à ouananiche avec le maintien d'un débit réservé de 3 m³/s. Compte tenu que les apports naturels de la rivière ajoutés aux variations saisonnières du débit déversé feront en sorte de faire fluctuer les débits dans le tronçon à débit réduit, l'initiateur de projet devra préciser à quelle période de l'année correspond le calcul de la perte par exondation de 2 825 m² de frayère à ouananiche et si celle-ci est représentative de l'ensemble de la période allant du frai jusqu'à l'émergence des alevins.

Réponse

Le calcul de la perte par exondation de 2 825 m² de frayères à ouananiche correspond à la période de fraie, dont les simulations ont été réalisées pour le mois d'octobre. Cette perte ne correspond qu'à la période de fraie, mais des analyses supplémentaires ont été menées afin de tenir compte de la période hivernale. Donc, les pertes de superficies de fraie pour la ouananiche, évaluées à 2 825 m² dans le rapport d'avant-projet, ont été révisées afin de tenir compte de l'effet du régime des glaces et du frasil en période hivernale. Les résultats de cette nouvelle analyse sont présentés dans le rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). Les conditions actuelles et futures de glace sont décrites dans le rapport d'avant-projet.

Il convient toutefois de relativiser les résultats obtenus pour la période hivernale en fonction de la largeur du cours d'eau au moment de la fraie de la ouananiche (octobre). En effet, dans un cours d'eau, on observe une diminution importante des débits entre le moment où les œufs sont déposés dans les frayères (octobre) et le moment où les débits les plus faibles sont enregistrés (étiage hivernal), ce qui suppose que le gel atteindra le substrat dans les parties les moins profondes des frayères, même en conditions naturelles. Par conséquent, on considère que le pourcentage de réduction de la largeur du chenal d'écoulement entre l'automne (octobre) et l'hiver (étiage) constitue un meilleur indicateur de l'impact réel du régime des

glaces sur les frayères. Le tableau 9 présente les résultats obtenus pour chacune des frayères étudiées, en conditions actuelles et après aménagement.

Tableau 9 — Pourcentage de réduction de la largeur du chenal dans les frayères à ouananiche entre le moment de la fraie^a et l'étiage hivernal

Frayères	Conditions actuelles (%)	Après aménagement avec débit réservé de 3 m ³ /s (%)
F2	30,4	35,1
F3	29,6	37,3
F4	51,6	44,2
F5 et F7	75,6	72,1
F9	20,9	18,1
F10	17,0	13,7
F11 et F12	1,8	4,6
F16	19,9	15,7
F17	12,4	46,9

a. La fraie a lieu en octobre.

À l'examen du tableau 9, on constate que la réduction de la largeur du chenal d'écoulement entre le moment de la fraie et l'étiage hivernal subséquent est généralement, pour la plupart des frayères étudiées, du même ordre de grandeur dans les conditions actuelles et après aménagement. Dans certains cas, on remarque que la réduction de la largeur du chenal sera légèrement plus marquée après aménagement (frayères F2, F3, F11 et F12), alors que l'inverse se vérifie également (frayères F4, F5, F7, F9, F10 et F16). Cependant, dans le cas de la frayère F17 (km 62,4), on peut noter que l'effet des glaces sera beaucoup plus important après aménagement que dans les conditions actuelles, ce qui s'explique par la faible profondeur du chenal d'écoulement à cet endroit. Ainsi, durant l'étiage hivernal, on estime que près des deux tiers (65 %) des superficies propices à la fraie sur le site F17 seront alors touchées par le gel.

On a évalué les pertes d'habitats de reproduction pour la ouananiche qui découlent de la réalisation du projet en tenant compte de l'effet du régime des glaces. Pour ce faire, on a comparé les superficies de fraie sous la couverture de glace au moment de l'étiage hivernal dans les conditions actuelles et dans les conditions futures. Cette façon de procéder permet d'évaluer les pertes d'habitats réellement productifs, puisqu'on ne tient pas compte des superficies qui sont disponibles au moment de la fraie (octobre) mais qui sont touchées par le gel au cours de l'hiver suivant. Les résultats obtenus pour l'ensemble des frayères étudiées sont présentés au tableau 10.

Au total, les pertes de frayères à ouananiche découlant de la réalisation du projet sont évaluées à près de 5 000 m², si on tient compte de l'effet du régime des glaces. Les pertes les plus importantes (3 950 m²) sont enregistrées dans les frayères F17 (km 62,4) et F16 (km 62,5),

situées en amont du lac Duhamel. À ces deux endroits, les pertes prévues représentent près de 25 % des superficies actuellement disponibles sous la couverture de glace. Pour leur part, les frayères F2, F3 et F10 seront plus faiblement touchées. Par ailleurs, on remarque que la couverture de glace se forme jusqu'au fond de la rivière au-dessus des frayères F4, F5, F7 et F11 et ce, tant dans les conditions actuelles qu'après aménagement. Ces frayères potentielles ne sont donc probablement pas utilisées par la ouananiche.

Tableau 10 — Évaluation des pertes de superficies de fraie pour la ouananiche

Frayère	Superficie de la frayère sous la couverture de glace (m ²)		Perte de superficie (m ²)
	Conditions actuelles	Après aménagement	
F2	1 220	960	260
F3	1 160	580	580
F4	0 ^a	0 ^a	0
F5	0 ^a	0 ^a	0
F7	0 ^a	0 ^a	0
F9	2 200	2 200	0
F10	9 730	9 540	190
F11	0 ^a	0 ^a	0
F12	3 750	3 750	0
F16	12 000	10 620	1 380
F17	4 200	1 630	2 570
Total	34 260	29 280	4 980

a. Dans ces frayères, la couverture de glace se forme jusqu'au fond de la rivière.

L'impact sur la capacité de production de ouananiches découlant de la perte d'environ 25 % des frayères F16 et F17 pendant l'hiver demeure indéterminé, puisque la contribution de ces sites de fraie au recrutement global de la population n'est pas connue. Compte tenu qu'il s'agit du seul site de fraie confirmé jusqu'à maintenant dans la rivière Manouane, l'impact peut être considéré significatif. Cependant, cet impact peut être annulé par des aménagements appropriés. Les mesures de compensation proposées pour la ouananiche, avec l'adoption d'un débit réservé de 3 m³/s, sont présentées ci-dessous. Il est à noter que ces mesures diffèrent légèrement de celles présentées dans le rapport d'avant-projet, puisqu'elles tiennent compte de la nouvelle analyse portant sur l'effet du régime des glaces.

- Réaménager les frayères F2 (km 13,7), F3 (km 13,1), F10 (km 4,4), F16 (km 62,5) et F17 (km 62,4) à l'intérieur du chenal d'écoulement résiduel afin de maintenir submergées l'ensemble des superficies de fraie actuelles. Ce réaménagement permettra de récupérer toutes les superficies touchées par le gel dans ces frayères (près de 5 000 m²).

- Aménager des structures permettant de maintenir des vitesses d'écoulement suffisamment élevées ($> 0,35$ m/s) dans les frayères F3, F16 et F17. Cette mesure n'est toutefois pas pertinente dans le cas des frayères F5 et F7 puisque, dans les conditions actuelles, le gel atteint le substrat pour l'ensemble de la frayère durant l'hiver.
- De plus, afin d'atteindre l'objectif d'un gain net d'habitats, il est proposé d'aménager trois nouvelles frayères à ouananiche occupant une superficie totale de $3\,000$ m². Ces nouvelles frayères seront situées dans le secteur compris entre les km 20 et 51, là où on observe actuellement une déficience en aires de fraie.

QC-62 – Rapport sectoriel sur les poissons

Il inclura également aux réponses à ces questions et commentaires le rapport sectoriel sur les poissons préparés par Alliance Environnement 2000 dont il est question à la page 6.32.

Réponse

Hydro-Québec s'engage à déposer le rapport sectoriel sur les poissons préparé par Alliance Environnement (Alliance Environnement, 2000).

QC-63 – Modifications du régime thermique

Il est mentionné à la page 6-33 qu'il n'y aura aucune modification notable de la qualité de l'eau, du régime thermique et de la sédimentation dans les frayères dans la rivière Manouane (km 0 à km 68). Toutefois, il y est aussi mentionné à la section concernant le régime thermique (page 5-49), que le secteur entre les km 61 et 63 connaîtra des modifications du régime thermique, pouvant aller jusqu'à une augmentation de 2 °C. L'initiateur de projet devra préciser ce qui lui permet de conclure que ces variations n'auront pas d'effets notables et en expliquer les impacts potentiels sur l'intégrité de la frayère à ouananiche reconnue située entre les km 62 et 63.

Réponse

Voir la réponse à la question QC-44.

QC-64 – Hausse de la température estivale de l'eau et doré jaune

Il est mentionné en page 6-35, que la hausse de la température estivale de l'eau de 1 à 2 °C sera bénéfique pour le doré jaune. L'initiateur de projet devra préciser cette affirmation compte tenu que cette espèce se retrouve principalement dans le secteur comprenant le lac Duhamel et en aval de celui-ci. Pourtant, ce secteur, selon la section 5.6 (régime thermique) du présent document, ne connaîtrait pas de variation notable de température.

Réponse

L'effet bénéfique de la hausse de température se manifestera principalement entre les km 61 et 68, où se trouve une aire de fraie confirmée du doré jaune (Alliance Environnement, 2000) et, fort probablement, une aire d'alevinage pour cette espèce. Une augmentation de la biomasse zooplanctonique découlant du réchauffement des températures et du ralentissement du taux de renouvellement des eaux favorisera la production de fortes cohortes de dorés jaunes en atténuant, notamment, le cannibalisme chez les alevins. Cet impact positif pourrait ainsi se manifester sur la population de dorés jaunes du lac Duhamel.

QC-65 – Effets de la hausse de production du doré jaune sur les autres espèces

Plus globalement, l'initiateur de projet devra préciser les effets possibles de la hausse de production de doré jaune sur les autres espèces, en particulier la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Ombles de fontaine

Comme on l'a vu précédemment, les pêches expérimentales n'ont pas permis de confirmer la présence de l'omble de fontaine dans la rivière Manouane, le lac Duhamel ou le lac du Grand Détour. On présume donc qu'il n'y a pas de populations établies de cette espèce dans la zone étudiée.

Ouananiche

Il est connu que la ouananiche et le doré jaune cohabitent sans problèmes apparents au lac Saint-Jean. Cela s'explique par des différences concernant l'utilisation des milieux fluviaux et lacustres par ces deux espèces. En effet, durant la période d'élevage, les fretins de doré jaune vont fréquenter des milieux plus calmes (lacs, estuaires et baies tranquilles des grandes rivières) et ils deviennent progressivement plus sensibles à la lumière avec le temps, ce qui les confine, durant le jour, aux eaux plus profondes hors de la zone photique (Colby, McNicol et Ryder, 1979). Les fretins de ouananiche demeurent dans les eaux vives et peu profondes des rivières durant une bonne partie du stade juvénile (Warner et Havey, 1985). Les dorés adultes seront mis en contact avec les jeunes ouananiches, surtout lorsqu'ils fréquenteront les rivières au printemps, durant la période de fraie. Cette ségrégation spatiale atténue toute forme de compétition ou de prédation entre les deux espèces au stade juvénile.

Au stade adulte, la ouananiche est un meilleur nageur que le doré jaune, et lorsque les jeunes ouananiches gagnent le milieu lacustre pour y achever leur développement, elles ont une capacité de nage leur permettant d'échapper à la prédation. Enfin, dans un lac aux eaux claires où elles évoluent à l'intérieur de leur gradient thermique préférentiel, les deux espèces peuvent

occuper une position différente dans la colonne d'eau en raison, d'une part, de la faible tolérance du doré jaune à la lumière et, d'autre part, de la dépendance à la lumière du jour de la ouananiche dans sa quête alimentaire. Pour l'ensemble de ces raisons, on ne prévoit pas de problèmes perceptibles de compétition ou de prédation entre la ouananiche et le doré jaune.

Autres espèces

Une augmentation des effectifs de doré jaune pourrait se traduire par une prédation accrue sur certaines espèces. En l'absence de perchaude (proie prédominante dans son régime alimentaire), les cyprinidés et les meuniers deviennent des proies importantes dans le régime alimentaire du doré jaune (Colby, McNicol et Ryder, 1979). En présence de fortes cohortes de dorés, la compétition pour les ressources alimentaires avec le grand brochet serait quand même limitée, puisque certaines espèces de poissons-proies pourraient également être favorisées par la réalisation du projet. De plus, le grand brochet serait un compétiteur plus efficace que le doré jaune (Kerr et coll., 1996).

QC-66 – Expansion des populations de poissons-proies et effets sur les autres espèces

L'initiateur de projet devra indiquer quelles populations de poissons-proies connaîtront une expansion et documenter, outre l'effet bénéfique sur le doré jaune (p. 6-35), les impacts possibles de ces expansions sur les autres espèces, en particulier la ouananiche et l'omble de fontaine.

Réponse

Dans la communauté de poissons présente en amont du km 68, le ralentissement des vitesses d'écoulement, l'augmentation de la superficie des aires d'alevinage qui en découle, de même que l'augmentation des ressources alimentaires zooplanctoniques résultant de l'augmentation du temps de séjour et des températures estivales de l'eau, sera profitable pour le grand corégone et le meunier noir, qui sont des espèces de milieux lenticules et partiellement planctonophages. L'expansion du meunier noir pourrait se faire au détriment du meunier rouge, puisque ces deux espèces partagent la même ressource alimentaire (principalement des organismes benthiques), mais que le meunier rouge est davantage adapté pour la vie en milieu lotique, lesquels seront plus rares après la coupure du débit. Le grand brochet devrait bénéficier de l'augmentation de la biomasse des espèces de poissons-proies (meunier noir et grand corégone). L'omble de fontaine, qui est actuellement très peu abondant dans la rivière Manouane, ne devrait pas connaître d'augmentation notable de densité, en raison de la présence du grand brochet. Enfin, la ouananiche et le doré jaune sont absents de la rivière Manouane en amont du km 68.

La communauté de poissons présente en aval du km 68 devrait être moins perturbée que celle qui se trouve en amont, puisque le ralentissement de la vitesse du courant y sera moins prononcé et puisque, en aval du km 75, les apports résiduels des tributaires permettront de limiter

à moins de 10 % l'exondation des superficies aquatiques. Outre l'augmentation de la biomasse du doré jaune discutée dans le rapport d'avant-projet, cette section de rivière devrait connaître une augmentation de la biomasse de meuniers et de grands corégones pour les mêmes raisons que dans la portion amont de la rivière. Le grand brochet devrait bénéficier de l'augmentation de la biomasse des espèces de poissons-proies (meuniers et grand corégone).

L'omble de fontaine demeure très peu abondant en aval du km 68 et ne devrait pas connaître d'augmentation notable de densité par suite de la coupure du débit.

QC-67 – Exclusion de certaines données dans le bilan de production du grand brochet et du grand corégone

À la page 6-35, il est question, dans le bilan de production du grand brochet et du grand corégone, de la diminution des ressources alimentaires benthiques par exondation entre les km 75 et 96. L'initiateur de projet devra préciser pourquoi il ne tient pas compte de la perte des ressources alimentaires benthiques occasionnée par exondation dans les 75 premiers kilomètres de la rivière et de la perte de la dérive provenant de l'amont de la rivière Manouane.

Réponse

L'impact pour les poissons de la diminution des ressources alimentaires benthiques attribuable à l'exondation est compris dans l'impact relatif à la perte d'habitat.

En ce qui concerne la diminution des ressources alimentaires, on estime que la biomasse des organismes benthiques en dérive diminuera en proportion de la coupure de débit, soit de 77 %, et que ceci se traduira par une diminution de 2,8 % de la biomasse totale des organismes benthiques disponibles immédiatement en aval du point de coupure ($3,6 \% \times 77 \% = 2,8 \%$). Voir également la réponse à la question QC-54.

QC-68 – Augmentation des aires d'engraissement et récolte potentielle de ouananiche

L'initiateur de projet expliquera pourquoi la récolte potentielle de ouananiche sera inchangée après aménagement si on augmente les aires d'engraissement (p.7-62).

Réponse

Les ouananiches juvéniles (alevins et tacons) passent les premières années de leur vie en rivière, dans les aires d'élevage. Une fois terminé leur séjour de 2 à 4 ans en milieu fluvial, ils se déplacent en milieu lacustre afin de poursuivre leur croissance et leur développement. Les lacs sont donc considérés comme des aires d'engraissement pour la ouananiche.

Comme il est mentionné dans le rapport d'avant-projet à la page 6-22, la faible disponibilité de milieux lacustres (aires d'engraissement) dans le bassin des rivières Manouane et

Péribonka constitue le principal facteur limitant pour la population de ouananiches de ce bassin hydrographique. Pour leur part, les habitats lotiques disponibles dans la partie accessible de la rivière Manouane (aires d'élevage des juvéniles) ne seraient aucunement limitants pour la ouananiche, ce qui implique qu'ils sont sous-utilisés par les juvéniles.

Par conséquent, le fait d'accroître la disponibilité des aires d'élevage — plutôt que la disponibilité des aires d'engraissement, tel qu'il est indiqué dans la question — n'entraînera pas de changement dans la capacité de production de ouananiches, puisque la superficie des aires d'engraissement, qui constitue le principal facteur limitant pour la population, va demeurer inchangée.

Mercure

QC-69 – Augmentation de la biomasse récoltable et restrictions de consommation

À la section 6.4.2.6, on fait le bilan des impacts sur les poissons et on conclut que le nombre de kg/année de grand brochet après le rehaussement du lac du Grand Détour augmentera et que l'impact global est positif. Étant donné la durée de l'impact associée à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons, il y a lieu de pondérer le caractère positif de cet accroissement de biomasse récoltable par le fait qu'à moyen terme des restrictions à la consommation seront appliquées.

Réponse

L'accroissement de la biomasse récoltable de grand brochet, seule espèce d'intérêt sportif dans le lac du Grand Détour, se traduira par une fréquentation potentielle accrue du futur réservoir. Le nouveau plan d'eau pourra supporter un effort de pêche nettement supérieur à celui qui est possible dans les conditions actuelles ; voir la section 7.4.2.1 du rapport d'avant-projet (page 7-57) relative aux impacts du projet sur la pêche récréative).

Par ailleurs, la diminution de la fréquence de consommation ne touchera qu'une partie des pêcheurs. Ne seront concernés que les pêcheurs qui conservent et consomment les grands brochets capturés. Les résultats de l'enquête sur la pêche sportive au Canada fournis à la section 7.4.2.1 du rapport (page 7-57) indiquent que, d'une manière générale, environ la moitié des brochets capturés sont conservés. Ces résultats montrent aussi que tous les poissons conservés ne sont pas consommés ; en effet, près de 24 % du poids total conservé n'est pas consommé. De plus, la consommation de grands brochets demeurera permise, mais on suggérera aux pêcheurs visés de la réduire de moitié (de 4 à 2 repas par mois), pour une période d'environ 13 ans ; voir la section 6.5.2.2 du rapport d'avant-projet (page 6-52).

Selon les teneurs en mercure prévues pour les différentes espèces de poissons et la période de temps écoulée depuis la mise en eau, l'application des critères du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* permettrait une consommation de 2 à 8 portions de

230 g (8 onces) de poisson par mois. Cette fréquence de consommation ne seraient pas très restrictive puisque, selon une enquête menée en 1990, l'adulte québécois consomme en moyenne entre 13 et 15 g de poisson par jour (Santé Québec, 1995), ce qui correspond à 2 portions de 230 g par mois.

Les pêcheurs pourront être nettement plus nombreux à fréquenter le réservoir du Grand Détour en raison de l'accroissement de la ressource, même si certains d'entre eux ne consomment peut être pas tout le produit de leur pêche. Le réservoir n'en présentera pas moins un potentiel pour la pêche plus élevé à long terme. L'impact demeure donc positif, malgré les effets liés à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons au cours des années qui suivront la mise en eau.

Des études montrent que le réservoir Gouin en Mauricie a été fréquenté par les pêcheurs sportifs, même si les teneurs en mercure dans la chair des dorés jaunes et des grands brochets dépassaient la norme canadienne de 0,5 mg/kg pour la commercialisation du poisson. La teneur en mercure chez le grand brochet (de 700 mm) était de 1,20 mg/kg en 1984 (Gendron cité dans GDG Conseil, 1999).

À cette époque, on comptait onze pourvoies autour du réservoir Gouin et l'effort de pêche déployé pour la saison 1985 atteignait près de 36 000 jours-personnes (Lapointe et coll., 1986). Une enquête analogue réalisée en 1998 a permis d'estimer que l'effort de pêche a augmenté à 63 000 jours-personnes (CGRG, 1999). Plus des deux tiers de cet effort est attribuable aux clients des 24 pourvoies installées autour du réservoir. Le réservoir Gouin est un lieu de pêche recherché, principalement en raison de l'abondance de la ressource. Mentionnons qu'il est accessible par des routes forestières et se situe à plus de 200 km de la ville de La Tuque.

Pour les poissons piscivores du réservoir du Grand Détour, du lac Patrick et du tronçon à débit réduit en amont du lac Duhamel, l'augmentation des teneurs en mercure prévue est suffisante pour qu'une fréquence élevée de consommation de ces poissons provoque une exposition au mercure supérieure aux niveaux jugés sécuritaires par les organismes de santé publique. La mise en garde s'applique avec encore plus d'acuité aux femmes enceintes ou qui prévoient le devenir, et aux femmes qui allaitent, à cause du risque accru pour le fœtus.

Il a donc été recommandé, comme on l'a fait dans le cas du réservoir Robertson, de mettre en place un programme de gestion du risque à la santé en collaboration avec la Régie Régionale de la Santé. Ce programme comprendra le suivi de l'évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons et prévoit la publication d'un dépliant pour informer adéquatement la population quant à la problématique du mercure dans la chair des poissons qu'on pêche dans la région. Ce dépliant traitera des habitudes de consommation que devraient adopter les pêcheurs sportifs, surtout les femmes enceintes ou prévoyant le devenir et les femmes qui allaitent, afin d'éviter tout risque lié au mercure sans se priver des effets bénéfiques sur la santé des acides gras oméga-3 présents en grandes quantités dans les poissons.

QC-70 – Hypothèses de calcul et scénarios d'évolution de la teneur en mercure

Les tableaux G-1 et G-2 de l'annexe G présentent des résultats de simulation des teneurs en mercure dans la chair des poissons et une fréquence de consommation suggérée. On remarque, après 30 ans, un retour aux concentrations initiales dans les deux cas, mais une augmentation des teneurs beaucoup plus importante pour le scénario pessimiste. L'initiateur de projet précisera sur quelles hypothèses de calcul reposent l'élaboration des deux scénarios et quelles actions pourraient être entreprises pour que le scénario optimiste se réalise.

Réponse

Les deux scénarios de simulation correspondent à deux hypothèses relatives aux taux de transfert du mercure des poissons non piscivores aux poissons piscivores. Dans les lacs naturels, les poissons piscivores adultes, comme le grand brochet, mangent surtout des poissons non piscivores, comme le grand corégone et les meuniers (Doyon, Tremblay et Proulx, 1996). L'analyse des contenus stomacaux des poissons piscivores du réservoir Caniapiscau révèle que les grands brochets et les touladis se nourrissent surtout de corégones (Doyon, Tremblay et Proulx, 1996 ; Doyon et Schetagne, 1999). Par contre, dans les réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa, jusqu'à 60 % du régime alimentaire des brochets peut être constitué de poissons piscivores. Puisque les teneurs en mercure augmentent à chaque niveau trophique, la consommation de poissons piscivores, que l'on pourrait qualifier de *superprédation*, a pour effet de faire augmenter considérablement les teneurs en mercure dans la chair des grands brochets.

Le modèle utilisé pour la prévision des teneurs en mercure dans la chair des poissons offre deux options de simulation. La première concerne un taux de transfert ordinaire du mercure entre les espèces non piscivores et les espèces piscivores, ce taux correspondant au cas où les poissons piscivores se nourrissent essentiellement de poissons non piscivores (sans *superprédation*). La seconde option correspond à un taux accentué de transfert entre ces deux types d'espèces, c'est-à-dire au cas où les poissons piscivores se nourrissent en grande partie de poissons piscivores (avec *superprédation*). Dans le cadre du projet Manouane, on a retenu la première option de simulation pour le touladi, car la *superprédation* est moins répandue chez cette espèce. Pour le grand brochet, l'hypothèse optimiste est fondée sur l'absence de *superprédation*, et l'hypothèse pessimiste, sur la présence de *superprédation*.

On ne peut rien faire pour que le scénario optimiste ait préséance sur le scénario pessimiste, puisqu'il s'agit de comportements alimentaires. Nous pensons que le phénomène de *superprédation* est important quand la population de grands brochets est très dominante dans un réservoir, et qu'il est moins important lorsque la niche des poissons piscivores est partagée entre plusieurs espèces. On comprendra toutefois qu'il est impossible de prédire avec certitude quel régime alimentaire vont adopter les grands brochets du réservoir du Grand Détour.

QC-71 – Exportation des teneurs en mercure

À la section 6.5.2, des estimations des teneurs en mercure dans la rivière Manouane en aval du barrage projeté et dans les tronçons à débit augmenté ont été faites. L'initiateur de projet spécifiera si l'exportation des teneurs en mercure du réservoir du Grand Détour a été prise en compte dans ces estimations.

Réponse

L'exportation des teneurs en mercure a effectivement été prise en compte dans ces estimations. Le suivi des teneurs en mercure dans la chair des poissons du complexe La Grande révèle que le mercure est exporté en aval des réservoirs (Brouard, Doyon et Schetagne, 1994). Le taux d'exportation du réservoir Robert-Bourassa au tronçon fluvial de la Grande Rivière situé en aval est particulièrement important. Les résultats du même suivi montrent cependant que l'effet additif des teneurs en mercure dans les poissons d'un réservoir à un autre est très faible. Les auteurs de l'ouvrage sont d'avis que la dilution des eaux du réservoir par les eaux des tributaires et la présence de grandes masses d'eau permettant l'utilisation ou la sédimentation du mercure, sont des facteurs qui ont une incidence sur le degré d'augmentation des teneurs en mercure en aval.

Les hypothèses d'exportation du mercure retenues pour les présentes prévisions tiennent compte de ces deux facteurs. Le tableau 11 a été utilisé pour établir le degré d'augmentation des teneurs dans les poissons des milieux récepteurs situés en aval du futur réservoir du Grand Détour, soit le tronçon à débit réduit de la rivière Manouane en amont du lac Duhamel (autour du km 75), le lac Duhamel (également à débit réduit), et le réservoir Pipmuacan (qui recevra les eaux dérivées).

Pour le tronçon à débit réduit en amont du lac Duhamel, lequel recevra un débit réservé moyen de 9,0 m³/s, 60 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir s'ajoutent aux teneurs qu'on observe dans les conditions actuelles.

Pour le lac Duhamel, qui recevra également ce débit réservé, seulement 15 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir s'ajouteront aux teneurs qu'on observe dans les conditions actuelles. Les valeurs qu'on ajoute aux dorés jaunes de ce lac correspondent à 15 % de l'augmentation prévue pour les grands brochets du réservoir du Grand Détour (scénario optimiste, car les dorés ne consomment pas régulièrement d'autres poissons piscivores).

Situé dans le secteur à débit augmenté en aval du réservoir du Grand Détour, le réservoir Pipmuacan recevra un débit moyen de 30,3 m³/s en provenance de ce dernier. Seulement 2 % de l'augmentation des teneurs en mercure prévue pour le réservoir du Grand Détour s'ajouteront aux teneurs qu'on observe actuellement dans le réservoir Pipmuacan (voir le tableau 11). Cette faible augmentation n'aura pas de répercussion notable sur les teneurs en mercure qu'on mesure actuellement dans la chair de ces poissons.

Pour le lac Patrick, situé entre la baie aux Hirondelles du réservoir Pipmuacan et le réservoir du Grand Détour, on prévoit que les teneurs en mercure des poissons seront égales à celles des poissons du réservoir du Grand Détour.

Tableau 11 — Calcul du taux d'exportation de mercure en aval du réservoir du Grand Détour

Paramètres	Réservoir du Grand Détour	Débit réduit		Débit augmenté
		Amont du lac Duhamel	Lac Duhamel	Réservoir Pipmuacan
Débit moyen annuel (m ³ /s)	39,3	14,7	52,4	337
Débit moyen annuel provenant du réservoir du Grand Détour (m ³ /s)	—	9,0	9,0	30,6
Proportion du débit du milieu récepteur provenant du réservoir du Grand Détour (A) (%)	—	60	15	10
Taux de renouvellement des eaux du milieu récepteur (B) (nombre de fois par année)	—	> 12	> 12	1,5
Proportion du mercure libéré en amont qui s'accumule dans les poissons du milieu récepteur (C) ^a (%)	—	100	100	20
Proportion de l'augmentation de la teneur en mercure des poissons du réservoir du Grand Détour transférée aux poissons du milieu récepteur ^b (%)	—	60	15	2

a. $A \times B$

si $B \leq 2 \rightarrow C = 20 \%$

si $2 < B \leq 5 \rightarrow C = 30 \%$

si $5 < B \leq 8 \rightarrow C = 40 \%$

si $8 < B \leq 12 \rightarrow C = 50 \%$

si $B > 12 \rightarrow C = 100 \%$

b. Valeur de A \times valeur de C.

QC-72 – Mercure et maillons supérieurs de la chaîne alimentaire

Le mercure est traité ici uniquement sous l'angle de la santé humaine. L'initiateur de projet complétera les informations fournies en évaluant la problématique du mercure comme toxique pour les maillons supérieurs de la chaîne alimentaire (oiseaux de proie, mammifères piscivores, etc.)

Réponse

Poissons piscivores

En ce qui concerne les effets potentiels du mercure sur les poissons piscivores, le suivi des populations de poissons au complexe La Grande nous renseigne à ce sujet. Les résultats de ce suivi ont montré que, pour des teneurs en mercure supérieures à celles prévues pour le réservoir du Grand Détour, les populations de poissons n'ont pas souffert. Au contraire, malgré ces fortes teneurs, le recrutement des principales espèces était à la hausse, de même que leur taux de croissance et leur facteur de condition (Deslandes, Guénette et Fortin, 1994).

Oiseaux et mammifères piscivores

Rares sont les espèces qui se nourrissent exclusivement de poissons. La plupart ont un régime alimentaire varié, composé de plantes ou d'insectes ou encore de petits mammifères, de sorte que leur niveau d'exposition au mercure est faible. Parmi les espèces exclusivement piscivores, la plupart mangent des proies relativement petites, moins chargées en mercure. De plus, ces espèces étant à sang chaud, elles ont un métabolisme plus élevé que les poissons, qui leur permet d'excréter beaucoup plus rapidement le mercure.

Plusieurs espèces d'oiseaux, comme le balbuzard pêcheur, ont une capacité de déméthylation du mercure au niveau de certains organes comme le foie qui facilite l'excrétion du mercure. Enfin, la forte affinité du méthylmercure pour certains tissus, tels que les plumes chez les oiseaux et la fourrure chez les mammifères, constitue un mécanisme d'excrétion du mercure très efficace en période de croissance et de mue. Dans l'environnement naturel, le mercure ne constitue pas une menace pour ces espèces.

Par contre, à l'étape des études d'avant-projet, il faut évaluer le risque pour la faune piscivore que représentent les augmentations des teneurs en mercure prévues dans la chair des poissons. Cette évaluation doit tenir compte, des teneurs maximales qui seront atteintes, mais aussi de la distribution et la densité des populations d'espèces fauniques piscivores, ainsi que des niveaux d'exposition qui peuvent avoir des effets sur la survie des populations.

Selon les résultats des études menées au complexe La Grande, des augmentations des teneurs en mercure comme celles qu'on a mesurées au complexe La Grande (qui sont plus importantes que celles prévues pour le projet Manouane) ne mettent pas en danger les populations de balbuzards pêcheurs et de pygargues à tête blanche (Desgranges et coll., 1999 ; Laperle,

1999). Il en est de même pour les populations de visons et de loutres (Laperle, 1999 ; Laperle, Sbghe et Messier, 1999 ; Schetagne et coll., 1999).

Les espèces d'oiseaux présentes dans la région pour lesquelles il pourrait exister un risque, si les augmentations prévues étaient équivalentes à celles observées au complexe La Grande, sont le grand harle, le harle couronné et le plongeon huart (Laperle, 1999). Dans le cas du projet Manouane, les teneurs maximales prévues sont plus faibles que celles observées au complexe La Grande de sorte que les risques apparaissent faibles, surtout si l'on considère que ces espèces consomment de petites proies.

Chez les oiseaux, l'embryon constitue le stade le plus sensible à l'exposition au méthylmercure. En période d'élevage, les jeunes sont protégés par le transfert du méthylmercure vers le plumage en développement. Quant aux adultes, la plupart des espèces piscivores sont en mesure d'éliminer le méthylmercure ou de l'évacuer vers le plumage en croissance durant les périodes de mue.

Pour les harles, la période comprise entre leur arrivée sur le territoire et la ponte serait trop courte pour qu'ils puissent être touchés par l'augmentation des teneurs en mercure des poissons prévue dans le réservoir du Grand Détour, dans le lac Patrick et dans le tronçon à débit réduit de la rivière Manouane en amont du lac Duhamel.

En ce qui concerne le plongeon huart, pour lequel cette période est plus longue, le risque lié au mercure serait plus grand. Les inventaires réalisés dans la zone à l'étude ont permis d'observer seulement deux adultes, dont un avec une couvée, dans le secteur du lac du Grand Détour et aucun dans les autres secteurs. Étant donnée cette densité et les faibles superficies où les teneurs en mercure augmenteront de façon significative, la population de plongeurs huarts de la région ne sera pas mise en danger par la réalisation du projet.

Faune avienne

QC-73 – Temps de reconstitution d'une berge et de la végétation riveraine

Le bilan des impact sur la faune avienne prévoit un impact résiduel faible en raison de la perte d'habitats au lac du Grand Détour. Pour compléter cette section, l'initiateur de projet indiquera quel temps doit-on compter pour la reconstitution d'une berge et d'une végétation riveraine intéressante pour les oiseaux en bordure du réservoir. Il pourra documenter sa réponse avec ce que l'on a observé sur les vieux réservoirs.

Réponse

Le régime hydrologique du futur réservoir du Grand Détour suivra un hydrogramme naturel. Il ne peut donc pas se comparer aux réservoirs servant à la production hydroélectrique, puisque le marnage de ces plans d'eau diffère des conditions naturelles. L'évolution des rives du réservoir du Grand Détour s'apparentera davantage à celle des lacs rehaussés servant de réserves secondaires dans les bassins hydrographiques des grandes rivières aménagées. Ces réserves sont, pour la plupart, de grands lacs et, à l'instar des grands lacs naturels, la végétation riveraine y est confinée aux baies abritées et aux deltas à l'embouchure des tributaires. On peut trouver dans certains cas des radeaux tourbeux soulevés lors de la construction du barrage.

Dans le cas présent, il faudra attendre que les nouvelles rives aient atteint un certain degré de stabilité avant que ne s'y implante la végétation riveraine. L'atteinte de la stabilité dépendra de la sensibilité des rives à l'érosion. Ainsi, dans certains secteurs exposés aux vents et aux vagues, les talus peuvent demeurer actifs durant plusieurs années. Dans les milieux plus stables, la végétation riveraine peut se développer assez rapidement là où la pente et le substrat le permettent. Grelsson (1982) a observé l'apparition et la recolonisation de nouvelles berges à même un milieu terrestre sur une période de cinq ans dans un réservoir au fil de l'eau fluctuant naturellement. Dans le détournement Boyd-Sakami du complexe La Grande, une meilleure maîtrise de l'ouvrage régulateur du réservoir Opinaca a permis l'établissement d'une végétation riveraine composée d'espèces arbustives et herbacées sur une période d'un peu plus d'une décennie. Dix ans après la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande, on notait l'apparition de colonies de carex et de graminées près de la cote maximale des plans d'eau à cause d'une stabilité temporaire induite par des années consécutives de faible hydraulité.

Sur la base de ces faits, on estime que le plan d'eau mettra de 5 à 10 ans avant de présenter des habitats riverains intéressants pour la faune avienne.

Rivière Betsiamites et réservoir Pipmuacan

QC-74 – Régime thermique et régime des glaces de la rivière Betsiamites

La directive ministérielle prévoit que la zone d'étude doit couvrir l'ensemble du territoire susceptible d'être influencé par les activités projetées, afin d'y préciser l'état de l'environnement et les impacts appréhendés. Au point 3.2.2 de l'étude d'impact, on décrit la zone d'influence comme étant un corridor de largeur variable qui s'étend de part et d'autre des plans et des cours d'eau touchés par le projet. À ce point de vue, nous constatons que la description du milieu et l'évaluation des impacts sur la rivière Betsiamites sont parfois omis, notamment en ce qui concerne l'érosion des berges, le régime sédimentaire, le régime thermique, le régime des glaces, les impacts résiduels et le suivi environnemental. On se rappellera que le débit moyen dérivé de la rivière Manouane vers le réservoir Pipmuacan est environ le double de celui des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons réunies. L'impact de ces dérivations pour les points mentionnés plus haut sur la rivière Betsiamites et le réservoir devra donc être considéré plus attentivement.

Réponse

Érosion des berges

Le tronçon fluvial de la rivière Betsiamites compte 72 km entre la centrale de la Bersimis-2 et le fleuve Saint-Laurent. Il a fait l'objet d'une observation attentive en 1986 dans le cadre d'une étude d'impact portant sur la rénovation de l'appareillage de production de la centrale.

En conditions naturelles, donc avant 1954, les débits moyens mensuels variaient pendant une année de moins de 100 m³/s à plus de 850 m³/s, avec des pointes pouvant atteindre près de 1 500 m³/s. Depuis la mise en service de la centrale de la Bersimis-2, le débit moyen annuel est de 341 m³/s, et les écarts de part et d'autre de cette moyenne dépassent très rarement 100 m³/s. Avec les apports des dérivations partielles de la rivière du Sault aux Cochons et de la rivière Portneuf, le débit moyen annuel sera porté à 358 m³/s. Si on ajoute les apports de la dérivation partielle de la rivière Manouane, il atteindra 388 m³/s.

Cet accroissement se fera par une augmentation du facteur d'utilisation des groupes de la centrale. En période hivernale, c'est-à-dire de décembre à avril, les débits turbinés passeront de 373 à 394 m³/s, et en période estivale, soit de la mi-juin à la fin de septembre, de 321 à 359 m³/s. On constate donc que depuis environ 45 ans, les écarts de débits moyens mensuels ont été considérablement réduits, et qu'en conséquence, les variations annuelles de niveau ont elles aussi été grandement réduites. Rappelons que depuis la mise en service de la centrale, il n'y a plus de couverture de glace sur la rivière et que les processus d'érosion glacielle sur les berges sont absents.

Lors de l'étude de 1986, on a procédé à l'examen de photographies aériennes datant de 1950, donc antérieures à l'aménagement, et de photographies prises entre 1972 et 1979, c'est-à-dire après aménagement de la rivière et régularisation des débits. Il en ressort que la longueur totale des berges touchées par l'érosion était, en 1985, de 65 000 m sur une longueur totale de 144 000 m, soit 45 %. La plupart des pieds de talus sont constitués d'argiles marines relativement cohésives. On constate une amélioration générale de la stabilité des berges depuis la régularisation de la rivière. La régularisation des débits et des niveaux a fait en sorte que la portion supérieure des talus n'est plus sollicitée au moment des crues, ce qui a permis à la végétation de s'y implanter graduellement, n'étant plus arrachée par les forts débits et les glaces.

Description du régime thermique de la rivière Betsiamites

Dans le cadre de l'étude quinquennale (1990-1994) portant sur l'accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites (Boudreault et Lévesque, 1995), le régime thermique de la rivière a été suivi à partir de 1991, au moment où un thermographe a été installé au km 65. Le régime thermique naturel de la rivière Boucher a lui aussi été suivi comme point de référence. Les périodes d'enregistrement des températures de l'eau sont les suivants :

- km 65 de la rivière Betsiamites : du 26 juillet 1991 au 30 juin 1995 ;
- rivière Boucher : du 31 octobre 1991 au 30 juin 1995.

La figure 4 illustre pour 1992, une année typique, l'évolution saisonnière de la température de l'eau aux deux points de mesure. Il s'en dégage les constatations suivantes :

- les températures estivales (15 juin au 1^{er} septembre) sont plus fraîches dans la rivière Betsiamites (de 12 à 17 °C) que dans la rivière Boucher (de 15 à 21 °C) ; cela s'explique par le fait que la prise d'eau de la centrale de la Bersimis-2 se situe entre 0 et 12 m sous la surface, et que l'eau turbinée est puisée à cette profondeur, où elle est plus froide ;
- le réchauffement printanier et le refroidissement des eaux de la rivière Betsiamites à l'automne sont plus lents que dans la rivière Boucher, traduisant l'influence marquée de la température de l'eau en réservoir, dont l'inertie thermique est élevée ;
- une température hivernale légèrement plus élevée dans la rivière Betsiamites, traduisant encore une fois l'influence du réservoir, dont l'inertie thermique est élevée.

Sur le plan biologique, et surtout pour le saumon atlantique, ces différences de températures par rapport au régime naturel se traduisent par un retard de près d'un mois de la période de fraie, lequel est compensé par une phase d'incubation plus courte en raison des températures hivernales légèrement plus élevées, et finalement par une période d'émergence deux fois plus longue en raison d'un réchauffement printanier plus lent.

Effets des modifications du débit de la rivière Betsiamites

L'ajout de 30 m³/s au débit moyen annuel de la rivière Betsiamites n'aura pas d'incidence notable sur son régime thermique. L'allure générale de la courbe de l'évolution annuelle de la température de l'eau présentée à la figure 4 restera inchangée, puisque le débit supplémentaire n'aura pratiquement pas d'influence sur l'inertie thermique du réservoir, d'autant plus que la prise d'eau de la centrale est étalée sur une colonne d'eau d'une douzaine de mètres.

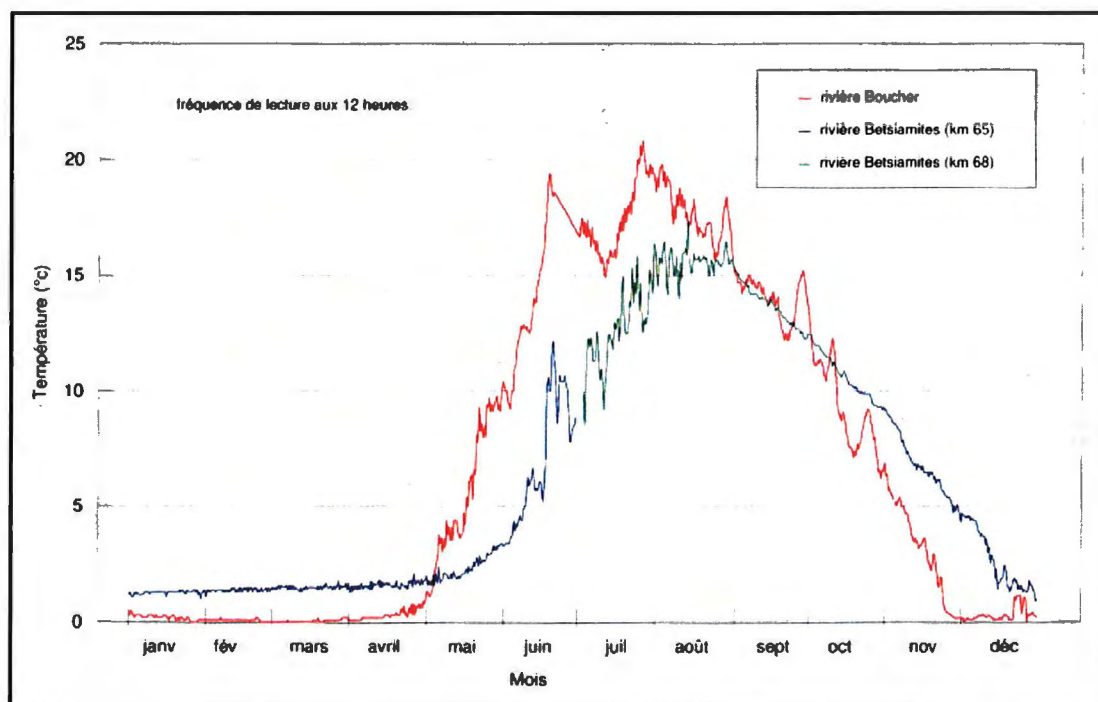


Figure 4 — Évolution saisonnière de la température de l'eau dans les rivières Betsiamites (km 65) et Boucher en 1992

En conséquence, les températures estivales resteront fraîches, le refroidissement automnal de l'eau et le réchauffement printanier seront plus lents et les températures hivernales légèrement plus élevées qu'en milieu naturel.

Seules surviendront quelques modulations des crêtes de la courbe de figure 4, lesquelles correspondront aux modalités de gestion adoptées après la dérivation Manouane. Toutefois, il est à prévoir qu'elles n'auront pas d'effets biologiques en rivière.

Description du régime des glaces de la rivière Betsiamites

En hiver, la rivière ne gèle pas. Selon le témoignage des Innus de Betsiamites, il arrive occasionnellement qu'une couverture de glace se forme, depuis l'embouchure jusqu'aux environs du km 25. Toutefois, cette couverture est instable, elle ne dure pas pour de longues périodes et

est sujette à des dislocations fréquentes. Dans ce tronçon inférieur de la rivière, la glace se forme surtout en rives.

Plus loin en amont, à la faveur de conditions particulières (faibles débits et froid intense), des plaques de glace isolées et de faible superficie peuvent se former dans des endroits propices, mais elles ne persistent pas. Rappelons qu'en hiver, l'eau de la rivière se maintient entre 1 et 2 °C, soit au-dessus du point de congélation.

Bilan des modifications du débit de la rivière Betsiamites

Comme le régime thermique de la rivière ne sera pas modifié de façon perceptible, il en sera de même de la couverture de glace. Rappelons que les débits maximal et minimal turbinés demeureront à l'intérieur de la fourchette existante.

En conséquence, la couverture de glace entre l'embouchure et le km 25 devrait présenter à peu près les mêmes caractéristiques d'instabilité et de durée, même après aménagement.

Impacts résiduels et suivi environnemental

Compte tenu des débits actuels et futurs de la rivière Betsiamites, Hydro-Québec ne prévoit aucun impact sur cette rivière. Il n'y a donc pas lieu de proposer un suivi environnemental des composantes du milieu. Toutefois, pour répondre aux préoccupations des autochtones, Hydro-Québec s'engage à installer un limnimètre qui permettra de suivre les débits et les niveaux. Par ailleurs, l'état actuel des rives et le phénomène de l'érosion des berges vont être documentés afin de suivre leur évolution.

QC-75 – Modes de gestion actuel et futur du réservoir

L'initiateur de projet devra décrire le mode de gestion actuel du réservoir de même que les changements qui sont prévus suite à la réalisation du projet en regard du marnage. Ces changements sont-ils susceptibles d'affecter les frayères à touladi, l'accès aux tributaires pour la reproduction de certaines espèces présentes, etc. ?

Réponse

La rivière Betsiamites présente un débit moyen de 288 m³/s à la hauteur de la centrale de la Bersimis-1. Le bief amont de la centrale de la Bersimis-1, soit le réservoir Pipmuacan, possède une réserve utile de 7 252 hm³ et son niveau varie entre les cotes de 388,62 et 398,98 m. La centrale est équipée de huit groupes, dont le débit est de 425 m³/s, lorsqu'ils fonctionnent à un rendement optimal. Le débit turbiné peut toutefois atteindre 483 m³/s, au prix d'un rendement global moindre de la centrale. Cette dernière fournit une énergie de base et connaît très peu de variations horaires de sa production, quelque soit la saison.

Les débits turbinés sont à leur valeur maximale en hiver, et ils diminuent au printemps, pendant la période de remplissage du réservoir. En été, le débit turbiné correspond pratiquement aux apports naturels, ce qui explique la stabilité du niveau du réservoir du début d'août au début d'octobre. La figure 5.8 du rapport d'avant-projet (voir page 5-3) présente la variation des niveaux observée dans le réservoir Pipmuacan.

Tel qu'il est indiqué en réponse à la question QC-27, la principale modification concernant la gestion des niveaux du réservoir est attribuable aux dérivations partielles de la rivière Portneuf et de la rivière du Sault aux Cochons. Cette modification consiste à abaisser davantage le niveau d'eau avant la crue printanière, afin de libérer le volume nécessaire à l'emménagement de cette dernière, qui sera plus importante que la crue printanière qu'on observe dans les conditions actuelles. L'ampleur de cet abaissement supplémentaire sera inférieure à 1 m, les niveaux demeurant en-deça des limites historiques observés. Aucune autre modification ne sera apportée par suite de la réalisation du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane.

Ainsi, il n'y aura aucun effet sur les frayères à touladi, et l'accès aux tributaires pour la reproduction de certaines espèces ne sera pas modifiée, puisque les niveaux demeureront à l'intérieur des limites historiques observées.

QC-76 – Habitats du poisson dans la rivière aux Hirondelles

Il devra aussi décrire l'habitat du poisson présent dans la baie aux Hirondelles ainsi que les impacts que sont susceptibles d'occasionner l'augmentation de débits (turbidité, charge sédimentaire, etc.) sur l'habitat du poisson de ce secteur. L'initiateur de projet devra évaluer les impacts des dérivations sur l'habitat du poisson dans le cours supérieur de la rivière Betsiamites (en amont de la centrale Bersimis-2).

Réponse

Les espèces de poissons susceptibles d'être présentes dans la baie aux Hirondelles du réservoir Pipmuacan sont le grand corégone, le grand brochet, le meunier noir, le meunier rouge, la lotte, le touladi et l'omble de fontaine. Les habitats disponibles pour ces espèces dans cette baie ne sont pas connus.

Les travaux de construction du canal de dérivation et la mise en service de la dérivation entraîneront une quantité importante de matières en suspension vers la baie aux Hirondelles. Cet effet se manifesterait surtout au moment des premières crues, en particulier celles du printemps. L'érosion se poursuivra durant plusieurs années, mais les volumes de matières en suspension diminueront par suite du remodelage progressif du lit de la rivière aux Hirondelles, pour revenir à des niveaux naturels après quelques années. Rappelons également que la mise en place de protections en enrochement dans les canaux de dérivation permettra d'atténuer les phénomènes d'érosion.

Par suite du passage des crues, les matières en suspension se déposeront à l'embouchure de la rivière aux Hirondelles, dans la baie du même nom, où les vitesses d'écoulement sont plus faibles. Ces dépôts de sédiments, principalement de sable, de gravier et de matière organique, entraîneront un agrandissement du delta de la rivière, qui sera éventuellement colonisé par la végétation aquatique et riveraine. Cette situation sera potentiellement bénéfique pour la reproduction du grand brochet, ainsi que pour l'alevinage et l'alimentation de toutes les espèces de poissons présentes dans ce secteur, en particulier le grand corégone et les meuniers. La réalisation du projet n'entraînera donc pas de perte d'habitat à l'embouchure de la rivière aux Hirondelles, mais plutôt un gain potentiel de superficies d'alimentation, d'alevinage et de reproduction pour les poissons. Ce gain potentiel d'habitat ne peut toutefois pas être quantifié.

Par ailleurs, les matières en suspension transportées par la rivière aux Hirondelles entraîneront également une hausse de la turbidité. Cette turbidité sera toutefois rapidement diluée en atteignant la baie aux Hirondelles. L'impact lié à la hausse de la turbidité sera donc ponctuel dans l'espace et le temps, et demeurera sans effet pour les poissons fréquentant la baie aux Hirondelles.

En ce qui concerne le deuxième volet de la question, il convient de rappeler qu'avec la réalisation du projet Manouane, le réservoir Pipmuacan ne sera pas abaissé à des niveaux inférieurs à ceux qui ont été atteints dans le passé, ni à ceux qui seront atteints à la suite de la mise en service des dérivations partielles des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons. De plus, le niveau à la fin du remplissage printanier ou au moment des crues d'été ou d'automne ne dépassera pas les niveaux les plus élevés qui ont été observés par le passé. Étant donné que les changements anticipés demeureront à l'intérieur des niveaux historiques d'exploitation, on ne prévoit pas de modification des habitats du poisson dans le réservoir Pipmuacan. Les mêmes conclusions s'appliquent pour le réservoir Bersimis 2.

QC-77 – Travaux de réfection aux centrales de la Betsiamites et simulation des apports

Dans la mesure du possible, l'initiateur de projet évaluera l'impact des rénovations effectuées aux groupes des centrales du complexe Bersimis, qui ont débuté en 1987 et qui se poursuivront jusqu'en 2003 sur les débits turbinés, sur la production électrique après dérivation et sur le retour de l'eau dérivée dans la rivière Manouane.

Réponse

La rénovation des groupes de la centrale de la Bersimis-1 provoquera des indisponibilités qui s'ajouteront à celles liées à l'entretien normal des équipements. L'impact de ces rénovations est déjà pris en compte dans le programme de simulation des apports. On prévoit 100 groupes-semaines de retrait pendant les années de réfection et 63 groupes-semaines pendant les années d'exploitation normale.

QC-78 – Rapport du Comité technique sur le saumon de la rivière Betsiamites

Aux sections 6.4.1.3 et 6.4.2.5, l'initiateur de projet fait plusieurs fois référence aux recommandations du « Comité technique sur le saumon de la rivière Betsiamites » en ce qui concerne la gestion des débits. Ces recommandations et leurs justifications ne sont pas annexées aux documents déposés. L'initiateur de projet fournira le ou les documents concernant l'ensemble des recommandations du Comité technique sur le saumon de la rivière Betsiamites ainsi que les documents de travail d'où sont issues ces recommandations.

Réponse

Les recommandations du Comité technique sur le saumon de la rivière Betsiamites, les justifications ainsi que les activités et les études qui sont à l'origine de ces recommandations sont présentées dans le rapport de Lévesque et coll. (1995) disponible sur demande. Ce rapport présente la modélisation, réalisée sur un domaine de près de 100 000 m² au km 65, des habitats du saumon à partir de relevés complets des profondeurs, des vitesses d'écoulement et de la composition granulométrique du lit de la rivière. Cette modélisation a contribué à quantifier la relation entre l'habitat disponible et le débit. Les résultats ont permis d'évaluer l'influence du mode d'exploitation actuel de la centrale sur l'habitat du saumon, ce qui a conduit le comité technique à proposer les recommandations suivantes : un débit minimum de 130 m³/s durant les phases de croissance juvénile (du 15 juin au 30 septembre), de la fraie (du 1^{er} octobre au 30 novembre) et de l'incubation des œufs (du 1^{er} décembre au 14 juin). Ce débit pourrait être exceptionnellement abaissé à 100 m³/s durant de courtes périodes dont la durée cumulative pour un an ne doit toutefois pas dépasser 1 % du temps de l'année. Ces recommandations apparaissent dans le tableau 10.7 du rapport de Lévesque et coll. (1995) reproduit ci-dessous.

Tableau 12 — Scénario de gestion des débits proposé pour l'habitat du saumon de la rivière Betsiamites à l'aval de la centrale de la Bersimis-2^a

Période	Optimal (m ³ /s)	Minimal (m ³ /s)	Exceptionnel (m ³ /s)	Fluctuations maximales
15 juin – 30 sept. (Croissance)	130 – 350	130	100 ^b	Débit < 175 m ³ /s ⇒ 30 m ³ /s par heure Débit entre 175 et 500 m ³ /s ⇒ 130 m ³ /s par heure Débit > 500 m ³ /s ⇒ 100 m ³ /s par heure
1 ^{er} oct. – 30 nov. (Fraie)	N/A	130	100	Débit < 175 m ³ /s ⇒ 30 m ³ /s par heure Débit entre 175 et 500 m ³ /s ⇒ 130 m ³ /s par heure Débit > 500 m ³ /s ⇒ 100 m ³ /s par heure
1 ^{er} déc. – 14 juin (Incubation)	N/A	130	100	N/A

a. Reproduction du tableau 10.7, du rapport Lévesque et coll., 1995.

b. La fréquence des gammes de débits pour la période du 15 juin au 30 septembre est répartie comme suit : 100 à 130 m³/s : au plus 1 % du temps de l'année ; de 130 à 150 m³/s : au plus 10 % du temps ; de 150 à 350 m³/s : au moins 75 % du temps ; supérieur à 350 m³/s : au plus 14 % du temps. La faisabilité de cette répartition des débits reste à préciser.

QC-79 – Effets du projet sur l'élevage du saumon atlantique dans la rivière Betsiamites

L'initiateur de projet devra définir la perte de 2% de l'aire pondérée utilisable pour l'élevage des juvéniles qui est appréhendée dans la rivière Betsiamites suite à l'augmentation des débits, en terme de superficie et de qualité d'habitat pour le saumon. L'initiateur de projet devra aussi situer et décrire les principaux secteurs d'élevage utilisés présentement par les juvéniles de saumon atlantique et quels seront les effets de l'augmentation de débits sur ces sites.

Réponse

L'aire pondérée utilisable (APU) représente une façon de calculer la disponibilité des habitats d'élevage qui tient compte de la qualité de ces habitats pour les juvéniles. Les indices de préférence d'habitat liés à la profondeur, à la vitesse d'écoulement et aux types de substrat sont habituellement pris en considération lors du calcul de l'aire pondérée utilisable. Les simulations effectuées pour différentes valeurs de débits permettent d'établir une courbe mettant en relation la disponibilité des habitats (APU) en fonction des débits.

Dans le cas de la rivière Betsiamites, on indique dans le rapport d'avant-projet que l'augmentation de 38 m³/s des débits estivaux pourrait se traduire par une perte d'environ 2 % de l'aire pondérée utilisable (APU) pour l'élevage des juvéniles dans ce cours d'eau, si l'on se base sur la courbe de disponibilité d'habitats présentée en annexe du rapport sectoriel sur les poissons (Alliance Environnement, 2000). Cette perte d'APU est le résultat d'une faible baisse de la qualité d'habitat, qui découle elle-même d'une légère augmentation des vitesses d'écoulement et des profondeurs dans les sites d'élevage. Autrement dit, l'augmentation des débits estivaux consécutive à la dérivation partielle de la rivière Manouane provoquera un léger écart par rapport aux vitesses d'écoulement et aux profondeurs optimales pour les juvéniles dans la rivière Betsiamites. On ne peut donc pas définir la perte de 2 % de l'APU en termes de superficie, puisque cette perte provient d'une baisse de la qualité d'habitat.

En ce qui concerne le deuxième volet de la question, il convient de rappeler les faits suivants :

- les densités de juvéniles dans la rivière Betsiamites sont exceptionnellement faibles, soit de l'ordre de 1 individu par 100 m² ;
- près de 60 % des habitats disponibles sur le cours principal de la rivière Betsiamites, à un débit de 130 m³/s, présentent des conditions favorables pour l'élevage des juvéniles (habitats de catégories I et II).

Les habitats d'élevage dans la rivière Betsiamites sont donc abondants et de bonne qualité, mais ils sont nettement sous-utilisés par les juvéniles. Il est donc impossible d'identifier les principaux secteurs d'élevage utilisés par ces derniers, puisqu'on ne retrouve pas de concentration de juvéniles sur un site donné, les habitats disponibles dans l'ensemble de la rivière étant faiblement utilisés dans les conditions actuelles. Ainsi, dans l'état actuel de la

population, on prévoit que l'augmentation des débits à la centrale de la Bersimis-2 aura peu d'effet à court terme sur l'occupation des habitats par les juvéniles et le nombre de saumons adultes dans ce cours d'eau.

QC-80 – Ressources du milieu aquatique en aval de la centrale de la Bersimis-2 et dans l'estuaire de la Betsiamites

L'initiateur de projet devra décrire les ressources présentes en aval du barrage Bersimis-2 et dans l'estuaire de la rivière Betsiamites et traiter des effets du changement de débits sur ces ressources et leur exploitation (anguille d'Amérique, omble de fontaine, éperlan arc-en-ciel, capelan, plie rouge, homard, mammifères marins, bancs de mye commune, etc.) de même que sur les milieux humides (herbaciaie salée en rive est).

Réponse

Description des principales ressources en aval de la centrale de la Bersimis-2

La centrale de la Bersimis-2 est située à 72 km de l'embouchure de la rivière Betsiamites. L'eau salée peut pénétrer, par le fond, dans l'estuaire de cette dernière jusqu'à une distance de 10 km de l'embouchure. Il n'existe pas de seuil naturel qui pourrait freiner la pénétration de la marée jusqu'au km 25. Toutefois, en vive-eau, la marée se fait sentir sur le premier tronçon de 10 km, mais son influence est à peine perceptible à ce point kilométrique en morte-eau. Les enregistrements de niveau d'eau montrent que la marée n'atteint pas le km 23. La limite de la section de rivière qui subit l'influence des forces marines — la marée, en l'occurrence — se situe donc entre le km 10 et le km 23.

Au cours d'études sur le saumon, plusieurs espèces de poissons ont été observées en aval de la centrale de la Bersimis-2 et à proximité des tributaires et de l'estuaire (Bisaillon, 1981 ; Naturam 1990a). La liste du tableau 13 combine l'information contenue dans les deux rapports.

En 1996, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a constitué une base de données géoréférencées sur les ressources halieutiques et leurs habitats pour l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Biorex, 1996). L'information ayant servi à constituer cette base de données cartographiques provient de sources multiples :

- enquêtes auprès de pêcheurs commerciaux ;
- enquêtes auprès des agents des pêches du MPO ;
- consultation de spécialistes du MPO de l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) ;
- consultation de spécialistes du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) et de la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) ;
- une revue exhaustive de la documentation existante.

Tableau 13 — Espèces de poissons présentes en aval de la centrale de la Bersimis-2

Nom français	Nom latin
Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>
Ombre de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Ménomini rond	<i>Prosopium cylindraceum</i>
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>
Meunier noir	<i>Catostomus commersoni</i>
Lotte	<i>Lota lota</i>
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>
Méné de lac	<i>Couesius plumbeus</i>
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractæ</i>
Grand corégone	<i>Coregonus clupeaformis</i>
Épinoche à 9 épines	<i>Pungitius pungitius</i>
Épinoche à 4 épines	<i>Apeltes quadracus</i>
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>
Morue	<i>Gadus morhua</i>
Esturgeon noir	<i>Acipenser oxyrinchus</i>

Plus récemment, dans le cadre d'un projet-pilote de gestion intégrée de la zone côtière qui va des Escoumins à la rivière Betsiamites, Génivar (1997) a produit, en s'appuyant sur les données de Biorex (1996), des cartes thématiques à l'échelle de 1 : 50 000 sur les ressources halieutiques et les habitats de cette zone.

Les paragraphes suivants résument l'état des connaissances pour l'embouchure de la rivière Betsiamites en précisant les sources d'information citées dans Biorex (1996).

- Le capelan utiliserait les plages de l'estuaire pour frayer, et ce, jusqu'au km 5, en plus des plages des flèches de la Pointe à Michel et de Betsiamites (François Grégoire, IML, comm. pers.).
- Les plies (plie canadienne et plie rouge) peuvent fréquenter tout le chenal de la rivière jusqu'au pont de la route 138 au km 8,5 (Andersen et Gagnon, 1980 ; Tremblay, Portelance et Fréchette, 1983 ; Alain Fréchet, IML, comm. pers.). Une analyse détaillée de ces sources d'information permet d'apporter les précisions suivantes :
 - dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, la plie canadienne est surtout présente à l'intérieur des isobathes de 200 à 300 m du chenal laurentien, et son abondance y est très faible (Tremblay, Portelance et Fréchette, 1983) ;

- quant à la plie rouge, Andersen et Gagnon (1980) mentionnent qu'il s'agit d'une espèce qui fréquente des fonds mous ou modérément durs, à de faibles profondeurs (moins de 20 brasses). Elle tolère les faibles salinités et fraie près des côtes en été ; les œufs sont démersaux et les larves restent près de la côte après l'éclosion. En automne, la plie rouge quitte les côtes pour les eaux plus profondes. L'espèce est un des plus importants consommateurs de petites myes (*Mya arenaria*), proies présentes en très grandes quantités des deux côtés de l'estuaire.

Sur la base de ces considérations, il est permis de croire que les intrusions de plies canadiennes dans la rivière Betsiamites sont très occasionnelles et qu'il ne s'agit pas là de son habitat de prédilection. Quant à la plie rouge, sa présence dans l'estuaire de la rivière Betsiamites pourrait être liée à celle des myes qui s'y trouvent, comme partout en zone côtière d'ailleurs.

- On signale la présence de l'esturgeon noir le long des côtes, entre la Pointe à Michel et les Îlets Jérémie, plus à l'ouest (Brassard, 1995). Une revue plus récente de la situation de l'esturgeon noir au Québec (Therrien, 1998) permet de conclure que les secteurs de pêche commerciale sont tous situés le long de la rive sud de l'estuaire et que c'est le long de cette côte que l'espèce se concentre davantage. Le fait que les autochtones en capturent occasionnellement dans la rivière Betsiamites indique que l'espèce y fait de rares incursions. Aucune activité de fraie n'y a été observée lors de pêches exploratoires effectuées dans la rivière (Naturam, 1990b).
- Dans le cours principal de la rivière Betsiamites, l'omble de fontaine est surtout capturé dans les fosses profondes et au pied des rapides. L'espèce est surtout présente dans les tributaires de la rivière, où elle colonise toutes les parties accessibles.
- L'anguille d'Amérique est présente partout, tant dans le cours principal de la rivière que dans les tributaires.

En ce qui concerne l'omble de fontaine, l'éperlan arc-en-ciel et l'anguille d'Amérique, de plus amples détails sont fournis plus loin dans la section traitant des habitats.

- Des concentrations de myes communes sont recensées sur les hauts-fonds de l'estuaire, sur les bancs en face du village de Betsiamites et face à toutes les plages de la Pointe à Michel, jusqu'aux Îlets Jérémie. En fait, il s'agit d'une espèce euryhaline relativement ubiquiste dans l'estuaire maritime, depuis l'étage médio-littoral jusqu'à quelques mètres de profondeur (Andersen et Gagnon, 1980).

L'information tirée de Shooner (1990), qui a procédé aux relevés sanitaires et bactériologiques des secteurs coquilliers situés entre Baie-Sainte-Catherine et Baie-Comeau, indique que les concentrations dans l'estuaire de la Betsiamites

sont d'abondance moyenne et très peu exploitées. À cet égard, le banc situé face au village de Betsiamites a une remarquable productivité et est exploité plus intensivement.

- L'oursin vert, le buccin commun, la mactre de Stimpson et le crabe des neiges se retrouvent également dans ce secteur (Biorex, 1996 et Génivar, 1997), mais peu d'information existe quant à leur abondance et à leur répartition exactes.
- On signale la présence de la morue et du flétan atlantique plus au large, et une échouerie de phoques se trouve à moins de 1 km au large de la Pointe à Michel.

Les données d'exploitation permettent de jeter un éclairage intéressant sur l'abondance des principales espèces.

L'exploitation des espèces marines a fortement décliné au cours des 15 dernières années en raison surtout de l'effondrement des stocks de poissons de fond (morue, plies, etc.). Les activités de pêche sont actuellement orientées vers des espèces d'eau douce dans les lacs et les rivières de l'intérieur des terres.

L'interdiction de poser des fascines à l'extérieur de la rivière Betsiamites a également contribué à la diminution de la récolte des espèces marines ; en effet, ces engins étaient couramment utilisés par les Innus de Betsiamites dans le passé. Ils procuraient de bonnes quantités de poissons d'espèces variées : du saumon, de la plie, de l'éperlan, de la truite de mer, du hareng, du corégone, de l'anguille et, plus rarement, de la lompe.

Une seule fascine est encore active sur la rive gauche de l'estuaire de la Betsiamites. La principale espèce récoltée est l'éperlan. Les meilleures pêches rapportent de cinquante à cent douzaines d'éperlans par marée, mais le plus souvent il s'agit de quelques douzaines, après avoir rejeté les plus petits spécimens, ce qui peut équivaloir au tiers de la récolte. Le propriétaire actuel de la fascine souligne qu'il observe une augmentation du hareng : il en a récolté une cinquantaine cette année, par opposition à deux ou trois les années précédentes.

La principale espèce marine récoltée aujourd'hui par les Innus de Betsiamites est la mye. On la récolte sur la plage entre la Croix de Betsiamites (à l'extrémité nord du village) et la Pointe à Bouleau, à des distances du rivage variant selon les endroits et les marées.

L'espèce a déjà été récoltée plus au sud, dans le secteur de la Pointe de Betsiamites, de même qu'au nord de la Pointe à Bouleau, deux secteurs aujourd'hui inexploitable, parce qu'ils sont contaminés.

La récolte peut rassembler plus d'une centaine de résidants au mois de mai et même davantage lorsque de grandes marées coïncident avec une fin de semaine ensoleillée. Environ une quarantaine de résidants de Betsiamites en font leur occupation principale. Les quantités obtenues varient énormément selon les marées. Le banc exploité entre la Croix de Betsiamites et la Pointe à Bouleau produit environ 50 000 kg de myes par année. Il est exploité d'abord jusqu'à la fin juin ou le début juillet, puis de nouveau à partir de la fin septembre. Depuis 1988, les

pêcheurs vendent presque toute leur production à l'usine Coquillages Nordiques de Foresville. Certains trouvent que la ressource est moins abondante qu'auparavant, et que la grosseur des myes a diminué.

Du début des années 70 jusqu'au début des années 90, le capelan était exploité durant la période de fraie à la Pointe à Michel, principal site de récolte dans le secteur de Betsiamites. Il roule aussi, mais en plus petite quantité, à la Pointe de Betsiamites. Il y a cinq ans, les propriétaires de la Pointe à Michel y ont interdit la pêche.

La pêche à la ligne est également pratiquée dans l'estuaire et dans l'embouchure de la rivière Betsiamites, jusqu'à la rivière Nipi. Elle s'effectue à partir du mois d'avril et durant toute la saison estivale. La principale espèce récoltée est l'omble de fontaine anadrome. Les informateurs mentionnent également le corégone, l'éperlan, la plie, la lotte ou baudroie et accidentellement l'anguille, cette espèce étant peu consommée à Betsiamites. Toutefois, les activités de pêche dans cette zone sont progressivement délaissées depuis plusieurs années.

Description des principaux habitats en aval de la centrale de la Bersimis-2

Herbaçaies salées

Une herbaçaie salée se trouve en rive gauche de l'estuaire, entre le km 0,5 et le km 4,5 (Génivar, 1997). Sur les photos aériennes de 1996, l'herbaçaie n'est toutefois présente qu'entre la pointe de la flèche de Betsiamites et la pointe du km 3,5.

Il s'agit, comme le démontrent les pêches de caractérisation effectuées dans d'autres marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent, de très bons habitats pour le poisson, notamment les espèces de petite taille (p. ex. les épinoches) et les juvéniles de plusieurs espèces marines (p. ex. les plies) (Lemieux, 1996a ; Lemieux, 1996b ; Lemieux, à paraître). Elles y trouvent, à marée haute, abri et nourriture et pour certaines d'entre elles, une aire de frai.

Habitats pour l'éperlan arc-en-ciel

L'éperlan arc-en-ciel est une espèce anadrome qui fraie en eau douce et passe une partie de son cycle de vie dans les eaux salées de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Dans la rivière Betsiamites, on le récolte dans la pêche à fascine située sur la rive gauche de l'estuaire ; c'est d'ailleurs la principale espèce récoltée dans cette pêche. Les caractéristiques des sites d'incubation de cette espèce sont connues pour les estuaires de la rivière Portneuf (Naturam, 1999a ; Hydro-Québec, 1999a), de la rivière aux Outardes (Naturam, 1997) et de la rivière Sainte-Marguerite (Naturam, 1998 et Naturam, 1999b). En voici les grands traits.

Les sites de fraie et d'incubation, situés en eau douce, correspondent à des zones de courants relativement rapides et à une eau bien oxygénée. Les œufs adhèrent sur n'importe quel substrat, sauf l'argile et le sable cohésif. Dans l'estuaire de la rivière Portneuf, des œufs d'éperlan arc-en-ciel ont été découverts sur la face sud d'un haut-fond protégé par l'île de Cran et

influencé par les rejets d'eau douce de la centrale PN-1. Ce site est soustrait aux intrusions d'eau salée pénétrant par le fond sur tout l'estuaire (Hydro-Québec, 1999a). Dans la Sainte-Marguerite, les sites de fraie et d'incubation d'œufs d'éperlan sont situés dans le sillage des eaux turbinées par la centrale SM-1, sur fonds de graviers sur argile, et dans la veine d'eau principale provenant de la crête déversante ; dans ce dernier cas, les œufs adhéraient à la roche mère. Enfin, le site de fraie en aval de la centrale aux Outardes-2 est sur fonds à dominance de gravier et cailloux sur argile ou sable. Dans les trois cas, les courants sont relativement élevés (de 0,40 à 0,60 m/s).

Dans la rivière Betsiamites, l'éperlan pourrait frayer en amont de l'influence maximale de pénétration de l'eau salée, jusqu'aux ouvrages de la Bersimis-2.

Dans le cadre d'études sur les habitats du saumon de la rivière Betsiamites (Boudreault, Lalumière et Belzile, 1986 ; Lévesque et coll., 1993), une caractérisation des fonds a été faite en aval de la centrale de la Bersimis-2. Les fonds à dominance de gravier et de cailloux couvrent près de 1 000 000 m² (100 ha) entre le pont de la route 138 et le km 25, ce qui représente 30 % des superficies disponibles pour l'éperlan dans ce tronçon de rivière. On peut ajouter à ces habitats propices à la fraie de l'éperlan les seuils rocheux en aval du km 25 et plusieurs autres superficies similaires en amont de ce point. En aval de la centrale de la Bersimis-2, la rivière Betsiamites offre donc plus d'une centaine d'hectares d'habitats potentiellement propices à la fraie de l'éperlan arc-en-ciel au-delà de la limite de l'intrusion saline.

Habitats pour l'omble de fontaine

Bien que l'espèce soit présente dans toute la section accessible, les grandes fosses et le pied des rapides constituent, comme on l'a vu, les principaux habitats où se capture l'omble de fontaine dans le cours principal de la rivière Betsiamites.

L'espèce colonise davantage les tributaires que le cours principal (Lévesque et coll., 1993). L'habitat préférentiel y est caractérisé par une alternance régulière de zones d'écoulement rapide (seuils et rapides) et d'écoulement lent (fosses). La valeur des seuils et des rapides est principalement associée à la reproduction, à l'alevinage des juvéniles et à la production d'invertébrés benthiques. Les fosses offrent des aires de repos, d'abri et d'alimentation.

Les aires de fraie sont généralement caractérisées par un substrat de gravier présentant une proportion de sable inférieure à 20 %.

En utilisant la méthode POTSAFO 2.0 (Lachance et Bérubé, 1999), il a été possible de caractériser théoriquement l'habitat de l'omble de fontaine (et de l'anguille d'Amérique) dans la Betsiamites et ses tributaires. Ainsi, les habitats d'élevage disponibles ont été catégorisés au tableau 14. Il s'en dégage qu'environ 60 % des habitats disponibles dans la Betsiamites sont constitués de rapides et de seuils favorables à l'élevage de l'omble de fontaine. De plus, cette espèce dispose de nombreuses frayères potentielles réparties tout le long du cours d'eau, en raison de la dominance des substrats granulaires de type gravier et cailloux. Si l'on ne

considère comme frayère potentielle que les sites dominés par un substrat de « gravier-cailloux », on obtient une superficie totale de 1 345 690 m², ce qui représente 13 % des superficies disponibles dans ce cours d'eau. Ainsi, les habitats de fraie ne semblent aucunement limitants pour l'omble de fontaine dans la rivière Betsiamites, comme cela a d'ailleurs été observé dans le cas du saumon. Chez ce dernier, les frayères reconnues se situent dans la partie amont de la rivière Betsiamites, soit entre les km 41 et 67, et les aires de bonne qualité pour la fraie représentent environ 6 % de la superficie totale des habitats disponibles.

Cependant, en dépit d'habitats de fraie et d'élevage abondants, les effectifs d'ombles de fontaine juvéniles apparaissent très faibles dans la rivière Betsiamites et ses tributaires, selon les résultats de pêche à l'électricité présentés précédemment (0,05 individu par station de 100 m²). Cette faible abondance de l'omble de fontaine peut s'expliquer de la façon suivante :

- Les ombles juvéniles se concentrent probablement à proximité des rives en raison des profondeurs et des vitesses d'écoulement élevées qu'on observe dans la majeure partie du chenal d'écoulement. Ainsi, même si près de 60 % des superficies sont favorables à l'élevage (rapides et seuils), seulement une faible fraction de celles-ci serait réellement utilisée par les ombles juvéniles, puisque ceux-ci recherchent habituellement des profondeurs inférieures à 0,9 m et des vitesses inférieures à 0,45 m/s (Jirka et Homa, 1990). De plus, puisque les ombles juvéniles affectionnent la végétation riveraine, la rareté des écotones riverains le long de la rivière Betsiamites contribue également à limiter les habitats utilisables .
- La présence de plusieurs espèces potentiellement compétitrices (saumon, meuniers, cyprins, grand corégone, épinoches) et prédatrices (anguille, grand brochet, lotte) tend à réduire le potentiel des habitats pour l'omble de fontaine dans la rivière Betsiamites.
- Enfin, les fluctuations marquées et fréquentes de débit à la centrale de la Bersimis-2 ont probablement un effet plus marqué sur les ombles juvéniles que sur les tacons de saumon, puisque les ombles juvéniles utilisent des habitats situés plus près des rives. En effet, le mode de gestion actuel de la centrale de la Bersimis-2 impose des déplacements rapides et fréquents d'habitats pour les juvéniles, ce qui peut affecter leur croissance et leur survie.

Sur la base des considérations précédentes, il appert que la rivière Betsiamites offre un faible potentiel pour la production d'ombles de fontaine, dans les conditions actuelles.

Habitats pour l'anguille d'Amérique

Selon Lessard (1997), il n'y avait pas d'anguilles en amont des ouvrages de la Bersimis-2 avant leur aménagement puisque les obstacles naturels présents à cet endroit empêchaient la montaison des anguillettes.

Tableau 14 — Superficies et proportions des différents types d'habitats disponibles dans la portion facilement accessible du bassin de la rivière Betsiamites

Types d'habitats	Faciès d'écoulement	Rivière Betsiamites	Principaux tributaires (aval du premier obstacle)
Habitats lacustres (très favorables pour l'anguille et l'omble de fontaine)	Lac	0	0
Habitats lenticques (favorables pour l'anguille, moins favorables pour l'omble de fontaine)	Bassin	66 323 (0,7 %)	14 487 (3,6 %)
	Chenal	3 988 890 (39,6 %)	97 061 (23,9 %)
	Méandre	0	0
Habitats lotiques (favorables pour l'omble de fontaine, moins favorables pour l'anguille)	Rapide	690 940 (6,9 %)	190 694 (47,0 %)
	Seuil	5 302 883 (52,6 %)	100 089 (24,7 %)
Autres habitats (non propices pour l'anguille et l'omble de fontaine)	Chutes et cascades	33 348 (0,3 %)	3 099 (0,8 %)

Une appréciation de l'abondance de l'anguille dans le bassin de la rivière Betsiamites, est donnée par les résultats des pêches à l'électricité réalisées en 1989 et en 1991 dans le cadre des études sur le saumon (Lévesque et coll., 1993). Bien que ces pêches aient été réalisées dans des habitats propices à l'élevage des tacons, elles permettent néanmoins d'obtenir un indice d'abondance pour les anguilles capturées de façon accidentelle. Il s'en dégage que le nombre d'anguilles juvéniles récoltées a été très faible (moins de 1 capture par station) dans la rivière Betsiamites ainsi qu'à l'embouchure de ses principaux tributaires, à l'exception de la rivière Nipi, où les captures ont atteint 8,5 spécimens par station. En comparaison, les densités d'anguilles obtenues dans la rivière Bec-Scie (île d'Anticosti) ont varié entre 8,4 et 26,8 spécimens par station selon les années, cette rivière témoin ayant été échantillonnée par le MEF entre 1988 et 1996 (Raymond et Caron, 1997). Ces résultats suggèrent que les effectifs d'anguilles juvéniles sont peu abondants dans le bassin de la rivière Betsiamites. Cette observation rejoint les conclusions d'études antérieures à l'effet que le potentiel de pêche commerciale serait faible pour l'anguille dans ce cours d'eau (Naturam, 1988). En effet, les pêches au verveux effectuées par Naturam en 1988 ont produit un rendement de 0,4 kg d'anguille par 100 heures de pêche dans la rivière Betsiamites et ses tributaires (maximum de 3,8 kg par 100 heures de pêche à l'embouchure de la rivière Nipi), alors que les bonnes rivières de la Côte-Nord peuvent fournir plus de 20 kg d'anguille par 100 heures de pêche au verveux.

Le faible potentiel de la rivière Betsiamites pour l'anguille serait lié, d'une part, aux caractéristiques des habitats disponibles dans ce cours d'eau, et d'autre part, à l'accessibilité restreinte des tributaires. En effet, les tributaires de la rivière Betsiamites présentent une succession d'obstacles difficilement franchissables à proximité de leur embouchure, ce qui

limite probablement la progression des anguillettes vers les lacs situés en amont. Par exemple, dans la rivière Nipi, les anguillettes doivent surmonter quatre chutes et un barrage sur une distance d'environ 15 km avant d'atteindre le premier lac de ce sous-bassin, ce qui fait en sorte qu'un nombre très limité d'individus y parviendrait. On observe des situations semblables dans chacun des tributaires majeurs. Dans le cas de la rivière Boucher, le plus important tributaire de la Betsiamites, les vitesses d'écoulement très élevées dans le canyon situé aux km 28 et 29 limitent vraisemblablement la montaison des anguillettes vers le lac Boucher et les autres lacs environnants.

En ce qui concerne les habitats disponibles pour l'alimentation et la croissance des anguilles dans la rivière Betsiamites, on a effectué une classification en se basant sur les connaissances tirées de la documentation scientifique. Ainsi, il a été établi que les milieux lacustres constituent les habitats les plus favorables pour l'alimentation et la croissance des anguilles, suivis des autres habitats de type lentique (bassins, méandres et chenaux). Pour leur part, les habitats lotiques (rapides et seuils) seraient utilisés de façon plus marginale par les anguilles juvéniles.

Le tableau 14 présente les superficies et les proportions d'habitats disponibles sur le cours principal de la rivière Betsiamites, entre le pont de la route 138 (limite de l'intrusion saline) et les ouvrages de la Bersimis-2, ainsi que dans la portion facilement accessible des principaux tributaires (en aval du premier obstacle). Ces données proviennent de la photo-interprétation effectuée par Levesque et coll. (1993) dans le cadre des études sur le saumon. Les seuils sont les habitats les mieux représentés sur le cours principal de la rivière Betsiamites, avec 52,6 % des superficies, suivis des chenaux (39,6 %), des rapides (6,9 %) et des bassins (0,7 %). Dans les tributaires, les rapides sont dominants (47,0 %), suivis des seuils (24,7 %), des chenaux (23,9 %) et des bassins (3,6 %). À partir de ces résultats, on peut tirer les conclusions suivantes :

- De façon générale, les habitats préférentiels des salmonidés (seuils et rapides) sont prédominants dans la portion facilement accessible du bassin de la rivière Betsiamites. D'après les pêches à l'électricité effectuées dans ce type d'habitat, les densités d'anguilles y seraient relativement faibles.
- Les habitats les plus favorables pour l'alimentation et la croissance des anguilles, c'est-à-dire les lacs, sont totalement absents dans la portion facilement accessible du bassin de la Betsiamites.
- Les chenaux du cours principal de la rivière Betsiamites présentent des profondeurs et des vitesses d'écoulement élevées, ce qui implique qu'ils ne peuvent probablement être fréquentés que par des anguilles de grande taille. Les densités d'anguilles dans ces chenaux sont probablement tout aussi faibles que dans les zones de rapides et de seuils.
- Le substrat de la rivière Betsiamites est largement dominé par les substrats granulaires (cailloux, galets, gravier), colmatés par des particules argilo-limoneuses, ce qui laisse peu de possibilité pour l'anguille de s'enfouir dans le substrat pendant le jour.

Sur la base des considérations précédentes, il appert que les habitats disponibles dans la portion facilement accessible du bassin de la rivière Betsiamites offrent un faible potentiel pour l'alimentation et la croissance de l'anguille, ce qui rejoint les conclusions des études effectuées antérieurement. Il est toutefois possible que les anguilles utilisent l'estuaire de la rivière Betsiamites pour leur alimentation durant la saison estivale et qu'elles remontent dans la rivière durant l'automne pour hiverner, ce qui expliquerait les faibles captures enregistrées par la pêche à l'électricité. Dans un tel cas, les habitats d'eau douce disponibles dans la rivière Betsiamites seraient alors utilisés principalement pour l'hivernation.

Effets des modifications du débit de la rivière Betsiamites

Pour bien apprécier les effets biologiques du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane, il convient d'examiner qu'elles en seront les principales modifications physiques. Actuellement, le débit et le niveau d'eau de la rivière Betsiamites se caractérisent par des variations fréquentes et rapides en raison du mode de gestion de la centrale. Sur une base journalière, le débit peut varier de 150 m³/s de part et d'autre de la moyenne. En période de fonctionnement normal, le débit oscille entre 600 et 130 m³/s.

Dans la rivière Betsiamites, le débit moyen annuel sortant de la centrale de la Bersimis-2 passera de 341 m³/s dans les conditions actuelles à 388 m³/s après dérivation partielle des rivières Manouane, Portneuf et du Sault aux Cochons. Cela représente une augmentation globale de 47 m³/s ou de 14 %. À l'embouchure de la rivière, le débit moyen passera de 401 à 448 m³/s, soit une hausse de 12 %. Cette augmentation se fera par un accroissement du facteur d'utilisation des groupes de la centrale.

C'est pendant la période hivernale qu'on observera les principales modifications quant au débit. En effet, pour les mois de décembre à avril, celui-ci augmentera de 335 m³/s dans les conditions actuelles à 394 m³/s après la mise en service des trois dérivations, soit une augmentation totale de 59 m³/s. Durant cette période, les œufs d'omble de fontaine sont enfouis dans le substrat, à l'abri du courant, et ne sont donc pas vulnérables à une augmentation du débit de cette ampleur. Pour leur part, les ombles juvéniles ont tendance à se réfugier à travers les roches et à demeurer peu actifs pendant cette période (comportement cryptique et latent), ce qui suppose qu'ils sont alors peu influencés par une gamme de débits optimaux. Il en va de même des anguilles, puisque celles-ci demeureraient enfouies dans le substrat pendant toute la saison hivernale. Par conséquent, le fait d'augmenter les débits durant cette période n'aura pas d'incidence sur la phase d'incubation des œufs d'omble de fontaine, ni sur les ombles et les anguilles juvéniles présents dans la rivière Betsiamites.

Pendant les autres mois de l'année (de mai à novembre), le débit moyen turbiné passera de 321 m³/s dans les conditions actuelles à 359 m³/s après la mise en service des trois dérivations, ce qui représente une hausse de 38 m³/s. Une telle augmentation des débits pourrait entraîner une légère baisse de la qualité des habitats utilisables pour l'élevage et l'alimentation de l'omble de fontaine et de l'anguille dans la rivière Betsiamites. Toutefois, il convient de rappeler que les densités d'ombles et d'anguilles y sont très faibles et que dans les conditions

actuelles, la rivière présente un faible potentiel de production pour ces deux espèces. Compte tenu qu'une forte proportion des habitats disponibles sont actuellement inutilisés, on peut donc considérer que la baisse de qualité de ces habitats demeurera imperceptible pour l'omble de fontaine et l'anguille. Par ailleurs, dans le cas de l'éperlan, le fait que cette espèce peut utiliser la marée montante pour migrer dans la rivière au moment de la fraie réduit sa vulnérabilité à une hausse des débits.

Le projet de dérivation de la rivière Manouane ne modifiera pas les niveaux d'eau maximal et minimal de la rivière Betsiamites, puisque le niveau maximal est limité par la capacité maximale de la centrale et le niveau minimal, par le seuil de 130 m³/s fixé pour la protection des usages biologiques et humains. L'ajout de 30 m³/s au débit moyen se traduira par une augmentation du niveau d'eau moyen correspondant de l'ordre de 10 à 15 cm sur la base des relations niveau-débit existantes (km 68 et vis-à-vis l'embouchure de la rivière Boucher).

Actuellement, la qualité des habitats de la Betsiamites est variable et est fonction du mode de gestion de l'eau. Les débits et les niveaux varient fréquemment et rapidement, et cette modulation de la qualité des habitats se poursuivra aussi après le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane à l'intérieur des fourchettes de valeurs qui prévalent actuellement.

Après le projet de dérivation, les ressources biologiques qui fréquentent la rivière seront soumises à des conditions d'habitat changeantes, comme c'est le cas actuellement. L'ajout de 30 m³/s au débit moyen aura peu ou pas d'effet sur l'utilisation qu'elles font de la rivière.

Comme c'est le cas actuellement, le succès d'utilisation de la rivière pour l'alimentation et la reproduction (montaison, fraie, incubation des œufs et émergence des alevins) variera en fonction du mode de gestion de l'eau.

D'ailleurs, en vertu d'une entente conclue entre Hydro-Québec et le Conseil de Bande de Betsiamites en 1999, la société s'est déjà engagée à respecter certaines contraintes dans sa gestion des débits afin de favoriser le saumon atlantique (p. ex. : variations journalières des débits plus progressives du 15 juin au 30 novembre et maintien en service d'au moins un groupe en tout temps). Les nouvelles modalités de gestion devraient améliorer les conditions d'habitats non seulement pour le saumon mais pour toutes les espèces aquatiques qui fréquentent la rivière.

Quant aux espèces marines, les modifications de débit prévues sont trop faibles pour avoir quelque effet sur les habitats et sur les ressources, compte tenu de la variabilité naturelle due à la marée et aux influences climatiques, et de la variabilité introduite par le mode de gestion de la centrale de la Bersimis-2. Le seul banc de myes actuellement exploité est alimenté par des sables provenant de la dérive littorale et des processus maritimes, et non pas par les processus sédimentaires liés au régime de l'estuaire de la Betsiamites. Les modifications de débit n'auront pas d'impact sur l'habitat, pas plus que sur la ressource et son exploitation.

À l'embouchure, une plus grande quantité d'eau douce modifiera quelque peu la pénétration du coin salin, les conditions extrêmes correspondant à un débit fluvial très élevé combiné à une marée basse de vive-eau.

Cette modification de la pénétration du coin salin aura peu ou pas d'effets sur les habitats qui s'y trouvent, comme le marais salé et les hauts-fonds colonisés par les myes, puisqu'ils sont déjà soumis à des variations marquées de la salinité et que les espèces qui les constituent (espèces végétales du marais) où qui les colonisent (myes) sont euryhalines, donc adaptées à des variations marquées de salinité.

Les espèces mobiles comme le capelan, les plies, l'esturgeon noir, etc., s'adapteront sans difficultés à ces variations de l'intrusion saline. Ces intrusions pourraient entraîner une réorganisation de leur répartition spatiale en fonction de leurs besoins spécifiques. À titre d'exemple, 12 ans après la coupure de 90 % du débit de la rivière Eastmain (qui est passé de 1000 à 100 m³/s), un suivi de l'utilisation de l'estuaire par la faune ichtyenne a démontré que les changements dans la pénétration du coin salin n'ont provoqué qu'une réorganisation spatiale de l'utilisation de l'habitat par ces espèces. On n'a perçu aucun effet sur la diversité biologique ni sur les paramètres biologiques liés à la croissance et à la reproduction. Toutes les espèces y ont poursuivi les activités de leur cycle vital respectif (Doyon et coll., 1993).

Toutefois les différences de débit fluvial proposées dans le cas de l'estuaire de la Betsiamites seront trop faibles pour entraîner une réorganisation spatiale permanente.

Communautés autochtones

QC-81 – Désignation correcte des réserve à castors

À la page 7-2, on lit que la communauté montagnaise de Mashteuiatsh fréquente « les réserves à castor Roberval ». L'initiateur de projet spécifiera s'il faut lire les réserves à castor de Roberval et de Bersimis ou uniquement la réserve à castor de Roberval.

Réponse

On devrait lire : la réserve à castors de Roberval.

QC-82 – Grille d'entrevue sur l'utilisation du territoire en milieu autochtone

Dans la description des communautés autochtones de Mashteuiatsh et de Betsiamites faite aux sections 7.2.3 et 7.2.4, Hydro-Québec explique les méthodes d'enquête et les thèmes d'entrevue abordés dans le cadre de son étude. Cependant, comme c'est le cas pour les autres utilisateurs du territoire (gestionnaire de pourvoiries et des zecs et villégiateurs), le questionnaire ou la grille d'entrevue devra être annexé à l'étude d'impact.

De plus, la description des communautés montagnaises est faite à très grands traits sans référence aux auteurs spécialisés dans ce domaine. La seule référence mentionnée en bibliographie, sans qu'on la retrouve dans le texte, est Speck 1927. Or, depuis ce temps, il y a eu plusieurs publications scientifiques et les connaissances sur la nation montagnaise, particulièrement sur ces deux collectivités, ont grandement avancé.

Réponse

Hydro-Québec a réalisé l'étude sur l'utilisation du territoire par les communautés de Betsiamites et de Mashteuiatsh, c'est pourquoi il y a peu d'auteurs cités dans le rapport. Par ailleurs, Hydro-Québec est au courant des publications scientifiques et des documents qui portent sur les Montagnais, les données qu'ils contiennent ayant servi de base à l'étude dont les résultats sont présentés dans le rapport d'avant-projet.

Hydro-Québec reproduit ici le questionnaire d'entrevue utilisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'utilisation du territoire en milieu autochtone :

1. Êtes-vous le titulaire du lot ? Sinon, qui est titulaire ?
2. De qui le titulaire a-t-il obtenu ce territoire ?
3. Quelle partie du lot est votre « terrain » ?

4. *Qui peut trapper sur ce terrain sans demander de permission ?*
5. *Qui peut aller chasser ou pêcher sur ce terrain ? Doit-on demander la permission ? À qui ?*
6. *Comment décrivez-vous les limites de votre terrain ?*
7. *Avant la création de la réserve à castor, est-ce que la superficie de votre terrain était la même ?*
8. *Qui est votre kupaniesh (compagnon) ? Habituellement, depuis cinq années, quand allez-vous sur votre terrain et quelles espèces exploitez-vous (animaux à fourrure, gros gibier, petit gibier, sauvagine, poisson, bleuet) ?*
9. *Est-ce que d'autres personnes trappent sur votre terrain ? Si oui, qui sont-elles et quels sont leurs liens de parenté ou autre avec vous ? Quelles espèces exploitent-elles ? Font-elles aussi de la chasse et de la pêche ? Quelles espèces exploitent-elles ? Pour quelles périodes de temps viennent-elles sur votre terrain ?*
10. *Est-ce que des gens viennent sur votre terrain seulement pour faire de la chasse ou de la pêche ou de la récolte de petits fruits ? Si oui, qui sont-ils et quels sont leurs liens de parenté ou autre avec vous ? Quelles espèces exploitent-ils ? Pour quelles périodes de temps viennent-ils sur votre terrain ?*
11. *Avez-vous de la visite sur votre terrain (c'est-à-dire des gens qui ne viennent pas exploiter la faune) ? Qui sont-ils (parents, amis, touristes) ? Quand viennent-ils vous voir, combien de visites font-ils chaque année ? Que viennent-ils faire ?*
 - *apporter des choses de la communauté*
 - *chercher de la nourriture de bois*
 - *vous dire bonjour*
 - *se reposer*
 - *se promener en tout-terrain (sans chasser)*
 - *marcher dans le bois (sans chasser)*
 - *faire du camping*
 - *des touristes*
12. *Par quel chemin et par quel moyen vous rendez-vous à votre camp de base, en automne et en hiver ? Êtes-vous subventionné pour le transport ? Sinon (ou pour un deuxième allé-retour) combien coûte le transport ? Comment se rendent les autres personnes qui fréquentent votre terrain ?*

13. Pourriez-vous décrire sur la carte quels sont, au cours des cinq dernières années, les trajets que vous avez parcourus sur votre terrain, en indiquant les sites que vous avez occupés et en précisant les moyens de transport utilisés ?
14. Pouvez-vous indiquer sur la carte les sites de campement que vous occupés pour la pratique de vos activités. (Coder chaque toponyme et chaque site mentionné sur la carte et noter le n° du compteur de l'enregistreuse)
15. Est-ce que des parties de votre terrain sont laissées au repos ? Seront-ils exploités bientôt ? Dans les parties que vous exploités maintenant, y en a-t-il qui avaient été laissées en repos jusqu'à assez récemment ? Est-ce que le prix des fourrures a une influence sur cela ?
16. Pouvez-vous indiquer les aires d'exploitation que vous avez fréquentées au cours des 5 dernières années?
- Animaux à fourrure : Castor (+ cabanes) ; Martre ; Lynx ; Renard ; Rat musqué etc.
 - Gros gibier : Orignal (+ ravages) ; Ours ; Caribou (+ routes de migration)
 - Petit gibier : Lièvre ; Perdrix (gélinotte et téttras) ; Porc-Epic
 - Sauvagine (indiquer les couloirs et les baies fréquentées) : Canards ; Outarde ; Oie blanche
 - Poisson (+ frayères) : Touladi ; Omble de fontaine ; Brochet ; Loche ; Ouananiche etc.
 - Plantes : petits fruits ; plantes médicinales ; autres plantes (artisanat, graines etc.)
17. Quel équipement utilisez-vous pour vos activités ?
- campement tentes canot
 - moto-neige V.T.T. moteurs (pour canot)
 - armes et pièges : petit calibre, gros calibre ; conibear, victor
 - Cet équipement est-il seulement à vous ou aussi à votre kupaniesh (compagnon) ?
18. Est-ce qu'il y a des allochtones qui fréquentent votre terrain ? Si oui, quelles activités pratiquent-ils ? Cela vous affecte-t-il ?
19. Y a-t-il eu de l'exploitation forestière sur votre terrain récemment ? Si oui, où et qu'est-ce que ça cause comme dérangement ? Y a-t-il du flottage de bois ? Où et qu'est-ce que ça cause comme dérangement ?

20. Est-ce qu'il y a eu des feux de forêt sur votre terrain, depuis 10 ans ? Où et qu'est-ce qu'ils ont causé comme dérangement ?
21. Savez-vous s'il y a des sépultures ou des cimetières sur ce territoire ? (coder le site et le toponyme)
22. Y a-t-il sur votre terrain des sites spéciaux où se sont déroulés des événements importants dans le passé : un poste de traite, un lieu de mission, un site de rencontre ou de dispersion des familles, un lieu où un événement spécial s'est produit ?
23. Y a-t-il sur votre terrain un ou des endroits que vous appréciez particulièrement (notion de paysage à explorer) ? Pourquoi ?

QC-83 – Économie domestique

La description de l'économie locale est faite selon les secteurs primaire, secondaire et tertiaire d'une économie de marché. Il n'est pas fait mention de l'économie domestique qui représente un apport certain. Les répercussions du projet risquent de toucher les activités de l'économie domestique et, par conséquent, il est opportun de connaître son importance pour ces communautés.

Réponse

Betsiamites

Le produit de l'économie domestique peut être considéré du point de vue de l'économie de marché. C'est du reste, ce que prévoit la méthode de Statistique Canada, qui le répartit dans les secteurs primaire (produit de la chasse, de la pêche et de la récolte) et secondaire (artisanat et autres produits transformés). Bien entendu, cette approche n'est utile que dans la mesure où elle estime de manière fiable le produit d'activités qui ne sont habituellement pas monétarisés.

En 1995, la Société de développement économique de Betsiamites (*Betsiamites Planification stratégique développement économique*) estimait la valeur de la consommation interne à 376 000 \$ pour l'année 1993. La consommation interne correspond à ce qu'on désigne probablement comme *économie domestique* dans la question, soit l'ensemble des activités économiques non monétarisées. Les revenus de piégeage (généralement monétarisés) sont estimés à 22 000 \$. Ensemble, ces deux postes représentent 4,3 % des revenus de salaire et de bénéfices de la communauté, et 2,3 % des revenus totaux. À notre avis, ces données sont relativement fiables malgré les contraintes méthodologiques nombreuses liées à ce genre d'exercice (estimation de la récolte, méthode de conversion de la valeur des produits, etc.).

En ce qui concerne spécifiquement les activités de prélèvement, le rapport indique qu'aucun impact n'est prévu sur les ressources chassées, pêchées et piégées par les Montagnais. Le

projet aura toutefois une incidence sur l'accessibilité aux ressources en aval du barrage à cause de la perturbation des conditions de navigation. Nous n'estimons toutefois pas que ces incidences seront de nature financières. Nous croyons que les Montagnais adapteront plutôt les modalités de l'exploitation des ressources (déplacement des activités, modification des modes de circulation, etc.) De ce point de vue, on peut considérer que les utilisateurs du territoire seront dérangés (l'importance de l'impact est globalement jugée moyenne pour cette raison) mais qu'ils ne subiront pas d'impact d'ordre financier.

Mashteuiatsh

L'évaluation de la consommation interne n'est pas disponible pour la communauté de Mash-teuiatsh. Compte tenu que les deux communautés montagnaises ont plusieurs points en commun, il est probable qu'on observera à Mashteuiatsh les mêmes proportions ou le même ordre de grandeur que l'on trouve à Betsiamites. En conséquence, l'impact serait lui aussi le même, à savoir que les utilisateurs Montagnais de Mashteuiatsh ne subiront pas d'impact d'ordre financier.

QC-84 – Renvoi à l'annexe O

On retrouve à l'annexe O du volume 2 un aperçu de l'importance du piégeage des animaux à fourrure. Pourtant, dans le texte principal, il n'y a aucun renvoi à cette annexe. Ce manque d'intégration des données mérite d'être souligné car il y a un intérêt certain à lier ces informations avec l'ensemble du portrait économique pour obtenir une meilleure présentation de la situation.

Réponse

Il y a un renvoi à l'annexe O à la fin de la section 7.4.1.4, soit à la page 7-54 du rapport d'avant-projet.

QC-85 – Répartition et intensité des autres activités pratiquées par les autochtones

Encore une fois pour ce type d'étude, le système des réserves à castor est pris comme base pour repérer les activités des Montagnais sur le territoire. Il n'est pas certain que ce système procure toutes les informations nécessaires parce qu'il limite le nombre d'informateurs potentiels et réduit l'utilisation du territoire à un niveau plus individuel et à un seul type d'activité, laissant en veilleuse la gestion communautaire du territoire. Un complément d'information sera donc fourni pour permettre de connaître la répartition et l'intensité des autres activités pratiquées par les deux communautés autochtones.

Réponse

Les titulaires des lots de piégeage connaissent généralement mieux que quiconque la nature et la répartition des activités qui sont pratiquées sur le territoire, y compris la chasse et la pêche. Ils demeurent toujours une autorité morale, ceux qui ont la meilleure connaissance du territoire ou du « terrain » familial auquel leur nom est associé. C'est la raison pour laquelle on s'adresse d'abord à eux pour obtenir des renseignements sur l'utilisation du territoire dont ils ont la responsabilité. À défaut d'un titulaire actif, on rencontre l'utilisateur principal du lot. La méthode d'entrevue utilisée vise à connaître non seulement les activités qu'ils pratiquent eux-mêmes, mais également celles qui sont pratiquées par l'ensemble des Montagnais.

L'enquête ethnographique (1998-2000) a montré que la population des utilisateurs du territoire touché par le projet de dérivation partielle de la rivière Manouane se recrute, pour l'essentiel, au sein des familles apparentées aux titulaires des lots de piégeage.

Par ailleurs, les conseils de bande des deux communautés ont mis en place des programmes qui visent la gestion communautaire des ressources et du territoire : pêche au saumon dans la rivière Betsiamites et programme de soutien aux piégeurs à Betsiamites, encadrement des activités d'exploitation à Mashteuiatsh.

Toutefois, la gestion du territoire de ces communautés s'appuie actuellement sur le mode d'organisation socio-territoriale instaurée par le système des réserves à castors. Celui-ci est principalement géré par les familles titulaires des lots de piégeage. On reconnaît que le titulaire d'un lot, qui est aussi appelé gestionnaire, régit l'établissement des campements et le piégeage des animaux à fourrure. Les règles sont beaucoup plus souples pour la pêche et la chasse.

L'étude ethnographique menée auprès des utilisateurs des deux communautés autochtones tient compte non seulement des activités des informateurs rencontrés, mais également de l'ensemble des activités de tous les utilisateurs.

Ainsi, la description qui est faite des activités sur les lots de piégeage rend compte et de leur intensité et leur répartition géographique.

QC-86 – Baisse de niveau d'eau et pêche au filet

Les montagnais de Mashteuiatsh pêcheraient au filet dans les tronçons de la rivière Manouane compris entre les km 70 et 73,5 et les km 83 et 95. Après aménagement, la pêche au filet sera-t-elle toujours possible et efficace, compte tenu de la baisse du niveau d'eau.

Réponse

Dans ces tronçons, le gestionnaire ou l'utilisateur principal du lot P-11 pêche au filet à l'automne, entre la mi-octobre et la mi-décembre, et au printemps, dans les premières

semaines du mois de mai, avant la crue des eaux. Une partie des captures est consommée par les utilisateurs (de 3 à 4 personnes), mais celles-ci servent surtout à appâter les pièges. Les pêcheurs tendent généralement leurs engins dans les plans d'eau situés entre les seuils. La modification du niveau d'eau à ces endroits par suite de la réalisation du projet aura peut-être une incidence sur la possibilité d'y pêcher au filet.

Le seuil prévu au km 83 permettra de maintenir des conditions propices à la navigation entre les km 83 et 92. La pêche au filet sera donc toujours possible dans ce tronçon. Toutefois, la présence de nombreux rapides entre les km 93 et 97 rend impossible la navigation dans les conditions actuelles, et ce tronçon demeurera non navigable après aménagement.

Hydro-Québec n'a pas mesuré des profondeurs entre les km 70 à 73,5. En automne, les baisses de niveaux devraient se situer entre celles prévues au km 63 et celles qui se produiraient sans le seuil du km 83, soit de 0,8 à 1,0 m. Il devrait donc y avoir une incidence sur la navigation en embarcation à moteur.

Au printemps, dans les semaines précédant la crue, des débits variant de 100 à 150 m³/s se produisent actuellement au km 97. Après aménagement, le débit à la même période sera de l'ordre de 45 m³/s, mais il atteindra en moyenne 70 m³/s pendant une semaine durant la crue.

En considérant les apports intermédiaires, le plan d'eau compris entre les km 70 et 73 sera accessible en embarcation à moteur après aménagement de la dérivation partielle pendant la période printanière.

QC-87 – Impact des niveaux futurs du lac Patrick sur le lot de piégeage 137

On qualifie de « non significatif » l'impact de la dérivation de la rivière aux Hirondelles sur le lot de piégeage 137. L'initiateur de projet expliquera comment il en est arrivé à cette conclusion et indiquera comment la faible fréquentation ou les niveaux futurs du lac Patrick entrent en ligne de compte dans cette évaluation.

Réponse

Les niveaux futurs du lac Patrick entrent en ligne de compte dans cette évaluation, puisqu'ils constituent la source d'impact potentiel : baisse du niveau de 1,1 m en période normale d'exploitation, et de 3,1 m pendant une moyenne de 52 jours une fois tous les sept ans. Par ailleurs, la faible fréquentation du lac Patrick est prise en considération pour les raisons suivantes :

- premièrement, parce que les trois campements désignés sont rarement utilisés depuis que les déplacements des Montagnais de Betsiamites se font en embarcation à moteur, et parce que ces campements peuvent être déplacés facilement ;

- deuxièmement, parce qu'on a relevé une seule activité de prélèvement au cours des dernières années (piégeage du castor) ;
- troisièmement, parce qu'on ne prévoit pas d'impact significatif sur les ressources valorisées par les Montagnais.

Il n'est pas question spécifiquement du lac Patrick. L'impact global sur la faune semi-aquatique est qualifié de faible à négligeable.

Impacts résiduels

QC-88 – Diminution du débit dans les chutes des km 67 et 69

La diminution du débit dans les chutes des km 67 et 69 (p. 7-36) devra être documentée à l'aide de simulation visuelle présentant la chute actuellement, avec et sans le débit réservé de 3m³/s.

Réponse

Les chutes situées entre les km 67 et 69 ne sont pas accessibles par la route. Seul le pied du rapide peut être observé par les clients de la Pourvoirie du lac Duhamel, qui y accèdent en embarcation. Elles ont donc peu d'observateurs. Les photos de la page suivante présentent une portion de la chute. La première montre celle-ci en période de crue, sous un débit de 108 m³/s, et la seconde, la chute à l'automne, sous un débit de 45 m³/s. Le débit moyen après aménagement sera de 20 m³/s à cet endroit.



Figure 5 — Chute sous un débit de crue de 108 m³/s



Figure 6 — Chute sous un débit de 45 m³/s

QC-89 – Pêche sportive et teneurs en mercure dans la chair des poissons

Au tableau 8.2, l'initiateur de projet expliquera pourquoi les retombées positives pour la pêche sportive ne tiennent pas compte de l'augmentation des teneurs en mercure qui diminueront la fréquence de consommation au moins pour les prochains 15 à 20 ans.

Réponse

L'évaluation de l'impact résiduel du projet sur la pêche récréative dans le lac du Grand Détour présentée dans le tableau synthèse 8.2 du rapport d'avant-projet (voir page 8-7) tient compte de l'augmentation des teneurs en mercure. Le bilan des impacts résiduels sur la pêche présenté à la section 7.4.2.1 du rapport (voir page 7-57) signale que la consommation suggérée diminuera en raison de l'augmentation des teneurs en mercure ; tel qu'il est indiqué à la section 6.5.2.2. du rapport d'avant-projet (voir page 6-52).

Des éléments supplémentaires d'explication et d'information sont fournis dans la réponse à la question QC-69.

Villégiature

QC-90 – Compensation financière pour les chalets situés dans la zone ennoyée

Pour ce qui est des chalets en bordure du lac du Grand Détour, l'initiateur de projet indiquera si les propriétaires des chalets situés dans la zone ennoyée seront compensés monétairement pour la perte de leur propriété ou si les chalets seront relocalisés sur les nouvelles berges.

Réponse

À la section 8.2 du rapport d'avant-projet (voir page 8-5), le sixième point de l'énumération se lit comme suit : « compensation financière pour les chalets situés dans la zone ennoyée (15) ;».

Les propriétaires de chalet touchés recevront une compensation. Ils pourront alors, à leur choix, se réinstaller à proximité en conformité avec la réglementation du MRN ou démanteler leur installations.

Retombées économiques

QC-91 – Retombées économiques en région et dans les grands centres

La section 7.8 fait le point sur les retombées économiques locales et régionales. L'initiateur de projet complétera l'information fournie en effectuant la comparaison entre les retombées régionales prévues qui seraient de 5 à 10 M\$ et celles dont bénéficieront les grands centres.

Réponse

Coûts découlant de l'estimation paramétrique de la variante recommandée en amont du lac Patrick :

- coût total du chantier..... 34 346 909 \$;
- taux de participation des travailleurs régionaux..... 68,7 % ;
- taux de participation des travailleurs hors région (grands centres)..... 31,3 %.

Les retombées économiques régionales estimées lors du rapport de mai 2000, qui sont basées uniquement sur les dépenses en main-d'œuvre, un multiplicateur régional pour le revenu de 1,3 et un multiplicateur régional pour l'emploi de 1,4, sont présentés selon deux scénarios :

- un scénario conservateur, avec des retombées en matière de revenu d'emploi de 5 309 339 \$ et des retombées en matière d'emploi de 71,05 années-personnes ;
- un scénario optimiste, avec des retombées en matière de revenu d'emploi de 9 238 063 \$ et des retombées en matière d'emploi de 133,19 années-personnes.

En ce qui concerne les retombées économiques hors région (grands centres), les postulats sont les suivants :

- Selon le taux de participation des travailleurs hors région, un total de 10 746 423 \$ n'est pas attribué en région mais ailleurs à l'intérieur de la province de Québec.
- Les multiplicateurs utilisés sont ceux du secteur manufacturier et sont appliqués selon la méthodologie du rapport, c'est-à-dire uniquement à partir des retombées économiques basées sur les dépenses en main-d'œuvre. Le multiplicateur en matière d'emploi est de 1,68⁽¹⁾ et celui en matière de revenu est de 1,57.

Les niveaux de retombées économiques sont présentés à titre indicatif seulement, les paramètres utilisés ne permettant qu'une projection très sommaire de ces retombées.

1. Données issues du document intitulée *Les études d'impacts économiques – Deux exemples*, publié par l'Institut de la statistique du Québec, août 1999.

Les données retenues pour cette estimation sommaire sont les suivantes :

- masse salariale de 4 896 940 \$; évaluée à partir de l'estimation paramétrique des ouvrages d'Hydro-Québec et sans les avantages sociaux (15 %), elle totalise 4 162 399 \$;
- taux horaire de 45 \$ pour la main-d'œuvre directe, et de 14,29 \$⁽¹⁾, pour la main-d'œuvre indirecte ;
- des profits pour les entreprises de l'ordre de 10 % ;
- proportion de 50 % de coût de main-d'œuvre pour les fournisseurs ;
- effets indirects selon un ratio de 12 % à partir des dépenses des fournisseurs.

L'intervalle de l'estimation sommaire des retombées économiques hors région basées sur les dépenses en main-d'œuvre du projet de la dérivation de la rivière Manouane est le suivant :

- La borne inférieure de l'estimation sommaire des retombées est de :
 - 7,4 M\$ en matière de revenu ;
 - 104 emplois générés ou maintenus en matière d'emploi.
- La borne supérieure de l'estimation sommaire des retombées économiques est de :
 - 11,3 M\$ en matière de revenu ;
 - 166 emplois générés ou maintenus en matière d'emploi.

1. Taux horaire moyen de la province de Québec pour 1999, Ecostat mars 2000.

Mesures d'atténuation et de compensation

QC-92 – Dépôt des plans et des coupes types des ouvrages à construire

Aux pages 2-33 et 5-26, l'initiateur de projet mentionne la construction d'un épi au km 83 permettant de maintenir des niveaux d'eau semblables à ceux qu'on observe actuellement entre les km 83 et 92. L'initiateur de projet déposera les plans et les coupes types de ces structures ainsi que les sections d'écoulement. Il complétera l'information présentée sur ces structures en discutant des impacts du dépôt de sédiments et en expliquant comment se fera l'arasement sur la rive. Il est dit que le niveau d'eau atteint avec l'installation de l'épi sera identique à ce qu'on observe en conditions naturelles. Toutefois, le tableau 5.13 indique une hausse des niveaux pour mai, juin et juillet. Des éclaircissements seront fournis à cet effet. Finalement, l'initiateur de projet indiquera si ces ouvrages sont franchissables par le poisson. Dans le cas où cet obstacle est infranchissable, l'initiateur de projet évaluera la nécessité de corriger la situation compte tenu des espèces en présence.

Réponse

Ces données seront recueillies lorsque le projet aura franchi l'étape des autorisations. Hydro-Québec effectuera alors une campagne de relevés afin de déterminer l'emplacement précis de ces ouvrages et collectera les données géologiques et bathymétriques nécessaires à l'établissement des plans et devis. Par la suite, l'entreprise sera en mesure de déposer les plans et devis de tous les ouvrages qu'elle prévoit construire.

Le tableau 5.13 du rapport d'avant-projet (voir page 5-21) présente les niveaux actuels et futurs dans le lac Duhamel ; il ne concerne pas le bief amont de l'ouvrage prévu au km 83.

Aucun arasement n'est prévu en rive pour le seuil du km 83. Par ailleurs, compte tenu de l'importance de la réduction du débit à cet endroit, l'ouvrage prévu devrait occuper toute la largeur de la rivière. Puisqu'un obstacle infranchissable existe déjà au km 82,5, l'ouvrage du km 83 ne devrait pas créer d'impact à l'égard de la libre circulation des poissons.

QC-93 – Réaménagements prévus et ouvrages proposés pour la protection des frayères

L'initiateur de projet devrait décrire en détail les réaménagements prévus aux frayères F2, F3, F5, F7 et F17 dont il est question en page 6-34. Celui-ci devrait également décrire les ouvrages proposés pour maintenir des vitesses d'écoulement suffisamment élevées sur les frayères F3, F5, F7, F16 et F17, leur principe de fonctionnement et leur période d'efficacité dans l'année.

Réponse

Les travaux de réaménagement des frayères et les ouvrages proposés pour préserver les vitesses d'écoulement (épis et déflecteurs) permettront de maintenir des zones dont les caractéristiques d'écoulement demeureront propices à la fraie. L'emplacement précis et les études à mener concernant ces mesures d'atténuation seront effectuées à la phase de réalisation du projet.

En effet, le projet n'a pas encore franchi l'étape des plans et devis, celle-ci devant suivre l'obtention du certificat d'autorisation. De plus, afin de s'assurer de l'efficacité des mesures d'atténuation, il faut les réaliser en tenant compte de paramètres physiques et hydrologiques qui pourront être davantage étudiés et précisés localement en phase de construction. La figure 7 et la figure 8 présentent respectivement un épi et un déflecteur types, qui pourraient être aménagés comme mesures d'atténuation.

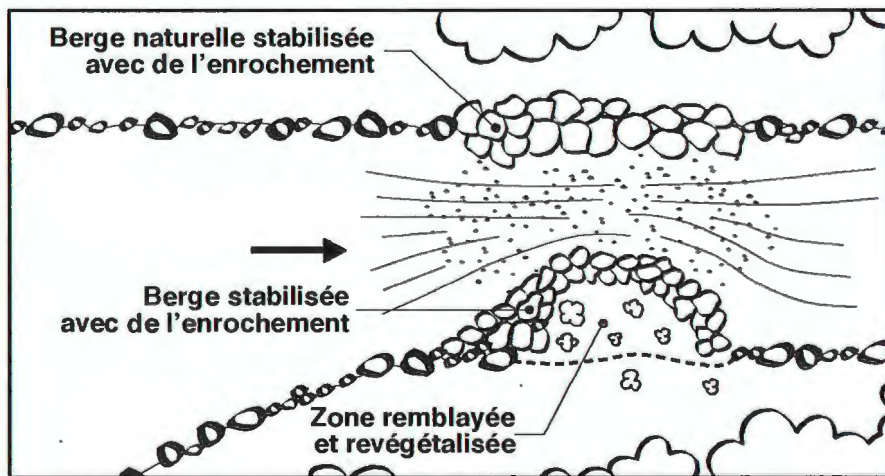


Figure 7 — Croquis d'un déflecteur

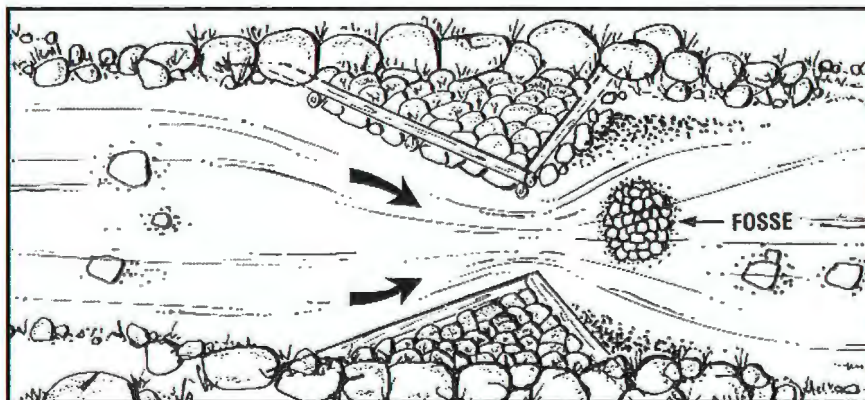


Figure 8 — Croquis d'un épi

Il convient ici de mentionner que l'aménagement de déflecteurs pourra être remplacé, là où c'est souhaitable, par une reconfiguration du lit de la rivière. La reconfiguration consiste généralement en l'établissement d'un chenal principal d'écoulement fournissant des conditions hydrauliques favorables à la ouananiche. Le choix définitif entre l'aménagement de déflecteurs ou la reconfiguration du lit sera effectué au cas par cas, après réduction des débits dans la rivière Manouane.

QC-94 – Emplacement exact de trois nouvelles frayères

L'initiateur de projet devrait décrire l'emplacement exact prévu pour la création de chacune des trois nouvelles frayères entre les km 20 et 51 dont il est question à la page 6-34, ainsi que la faisabilité de ces projets.

Réponse

Le choix définitif de l'emplacement des nouvelles frayères se fera pendant les travaux de construction du barrage, lorsque le débit de la rivière aura été réduit. En effet, la réduction du débit permettra de mieux apprécier les conditions futures d'écoulement et de choisir les meilleurs sites d'aménagement possibles.

De tels aménagements ont été réalisés avec succès par le passé dans de nombreuses rivières à saumon, notamment dans les rivières des régions du Saguenay et de la Côte-Nord à la suite des pluies diluviennes de l'été 1996. Rappelons, par ailleurs, que la *Politique de débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats* de la FAPAQ prévoit un programme de suivi biologique d'une durée minimale de cinq ans, lequel impose une obligation de résultats au regard des mesures de conservation et de mise en valeur adoptées. Par conséquent, si les frayères aménagées devaient être inefficaces, des mesures correctrices devraient être apportées afin de respecter l'esprit de la Politique.

QC-95 – Installation d'incubateurs à courant ascendant comme mesure de compensation

À la page 6.34, on présente comme mesure de compensation, l'installation d'incubateurs à courant ascendant. Cette mesure est proposée pour augmenter la densité de juvéniles dans la rivière Manouane et Petite Manouane. Sur quel horizon cette mesure sera maintenue et sous quelle responsabilité ?

Réponse

La mesure portant sur l'installation d'incubateurs à courant ascendant est une mesure de bonification du projet, puisque Hydro-Québec ne prévoit pas que celui-ci aura des impacts sur la productivité de la rivière en ouananiches. Il ne s'agit donc pas d'une mesure d'atténuation ou de compensation. L'installation d'incubateurs permettra un niveau d'exploitation plus grand

de la population de ouananiches sans compromettre le recrutement actuel. Cette mesure s'appliquera pendant une période de cinq ans, tel que le propose la FAPAQ.

QC-96 – Abaissement de niveau du lac Patrick

Il est mentionné à la section 5.2.2.3 que le niveau du lac Patrick diminuera en moyenne de 1,1 m après aménagement. Étant donné que ce lac est intégré au canal de dérivation, l'initiateur de projet regardera la possibilité d'installer un aménagement permettant un type d'écoulement qui éviterait son abaissement et ainsi limiter la perte d'habitat.

Réponse

Les travaux d'excavation à réaliser en aval du lac Patrick auront pour effet d'abaisser le niveau de ce dernier. Ces travaux, qui ont pour but de permettre le passage des eaux du lac vers la rivière aux Hirondelles, font partie intégrante du projet. Le petit seuil qui est prévu à l'exutoire du lac permettra de mesurer avec précision le débit dérivé vers la rivière aux Hirondelles, mais il ne suffira pas à annuler l'abaissement prévu dans le lac. Pour ce faire, un seuil plus imposant serait nécessaire, mais il viendrait annuler l'effet des travaux d'excavation.

La perte d'habitats et de biomasse récoltable pour le poisson fréquentant le lac Patrick a toutefois été prise en compte dans l'évaluation des impacts.

QC-97 – Mesures de protection contre l'érosion dans la rivière aux Hirondelles et le réservoir du Grand Détour

Selon les estimations du document, 62% des rives de la rivière aux Hirondelles sont sensibles à l'érosion (sensibilité moyenne à forte). L'initiateur de projet indiquera si des mesures d'atténuation seront mises en place pour contrer cette érosion ainsi que celle prévue au lac du Grand Détour.

Réponse

Le pourcentage de 62 % de rives sensibles à l'érosion indiqué dans le rapport d'avant-projet provient des résultats du travail de cartographie de 16,6 km de rives le long de la rivière aux Hirondelles, du lac Patrick et du lac Numéro Deux (voir la section 5.4.1.3 du rapport d'avant-projet à la page 5-41). Il est mentionné dans le rapport d'avant-projet que le tronçon aval du canal de dérivation sera celui qui présentera la plus grande sensibilité à l'érosion, et que pour éviter un surcreusement du lit, on prévoit mettre en place des protections en enrochement dans les zones où l'excavation se fera dans les dépôts meubles.

Hydro-Québec n'entrevoit pas la mise en place de mesures d'atténuation pour contrer l'expansion des zones d'érosion annoncées dans le secteur de la rivière aux Hirondelles et dans le secteur du lac du Grand Détour. Les modifications géomorphologiques les plus importantes se produiront dans les secteurs actuellement les plus sensibles à l'érosion, et ces phénomènes

atteindront un nouvel équilibre quelques années après la mise en service de la dérivation (voir la réponse à la question QC-25). Hydro-Québec s'engage toutefois à réaliser un suivi de l'évolution des zones d'érosion dans la rivière aux Hirondelles et dans le réservoir du Grand Détour (voir le chapitre 10 du rapport d'avant-projet).

Impacts cumulatifs

QC-98 – Traitement plus approfondi des effets cumulatifs

L'initiateur de projet devrait traiter des effets cumulatifs du projet de manière plus approfondie, suivant le modèle utilisé pour les rivières Sault aux Cochons et Portneuf.

Réponse

L'étude sectorielle portant sur l'évaluation des effets cumulatifs du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane traite le sujet de manière approfondie. Elle apporte également plusieurs éléments de réponses aux questions qui suivent.

QC-99 – Mise à jour des prévisions de coupes forestières

Pour ce qui est de l'évaluation des effets cumulatifs sur le saumon de la Betsiamites, l'initiateur de projet procédera à la mise à jour des données relatives aux prévisions de coupe forestière puisque le dépôt des plans généraux devait se faire au début de l'année 2000.

Réponse

Les plans généraux ont effectivement été déposés au début de l'année 2000 et ont été approuvés par le MRN en août de la même année (Pierre Morin, MRN, Bureau des Escoumins, comm. pers.).

Selon l'information qu'on y retrouve, des coupes forestières sont prévues au cours des 25 prochaines années dans les deux secteurs suivants :

- au nord-est du réservoir Pipmuacan, dans un secteur circonscrit grossièrement par le lac au Brochet au sud, par le réservoir Pipmuacan à l'ouest, par le lac Trémaudan au nord, et par la ligne de démarcation des eaux entre le bassin de la rivière Betsiamites et celui de la rivière aux Outardes à l'est ;
- au sud du réservoir Bersimis 2, c'est-à-dire dans un secteur délimité approximativement par le lac Laval à l'ouest, par les limites des municipalités de Colombier et de Forestville au sud, et par le cours principal de la rivière Betsiamites entre les km 20 et 40, à l'est et au nord.

L'information que fournit les plans généraux est très sommaire. L'emplacement des secteurs de coupe et la période où leur exploitation devrait avoir lieu sont indiqués de façon approximative. Par ailleurs, aucune information n'est livrée au sujet de la superficie des secteurs visés. Des données plus précises devraient apparaître dans les plans quinquennaux (2000-2004), dont le dépôt est prévu pour le premier décembre 2000.

QC-100 – Difficultés d'accès au territoire

Une clarification est nécessaire au second paragraphe de la section 9.3 car il est difficile de comprendre la relation de cause à effet entre la difficulté d'accès au territoire et les effets cumulatifs. De manière plus globale, cette section devrait être approfondie et mieux faire ressortir l'effet de l'ensemble des activités prévues dans le secteur sur l'utilisation des ressources par les autochtones dans les bassins versants des rivières Manouane, Péribonka et aux Hirondelles.

Réponse

Le projet de dérivation partielle aura comme conséquence de réduire la largeur des tronçons qui se prêtent à la navigation entre les km 8 et 70 de la rivière Manouane et de faire apparaître des écueils en aval du km 50. Il en résultera un accroissement des difficultés d'accès au territoire pour le piégeage et la chasse. Il s'agit d'un impact du projet qui ne se combine à aucun autre.

Par ailleurs, les difficultés d'accès au territoire provoquées par le projet de dérivation peuvent avoir une incidence sur la disponibilité et la répartition des ressources fauniques. En effet, il est possible que la pression de piégeage et de chasse augmente dans les secteurs qui demeureront faciles d'accès, et qu'elle baisse aux endroits plus difficiles d'accès. Il peut en résulter une modification de l'abondance des ressources, qui s'ajoutera aux impacts causés par l'exploitation forestière et les incendies de forêt.

En ce qui concerne l'effet de l'ensemble des activités prévues sur l'utilisation, par les autochtones, des ressources des bassins versants de la rivière Manouane, de la rivière Péribonka et de la rivière aux Hirondelles, il est recommandé de lire la section 4.3 de l'étude sectorielle portant sur l'évaluation des effets cumulatifs du projet de dérivation partielle de la rivière Manouane.

En ce qui concerne la seconde partie de la question, c'est-à-dire de détailler les effets de l'ensemble des activités prévues dans le secteur sur l'utilisation des ressources par les autochtones dans les bassins versants de la rivière Manouane, de la rivière Péribonka et de la rivière aux Hirondelles, il est recommandé de lire la section 4.3 de l'étude sectorielle portant sur l'évaluation des effets cumulatifs du projet.

QC-101 – Coupes forestières et utilisation des ressources par les autochtones

À la section 9.3, il y a lieu de clarifier la relation entre, d'une part, le projet et les coupes forestières, et l'utilisation des ressources par les autochtones. Une évaluation des impacts cumulatifs du secteur de la Péribonka devra également être effectuée.

Réponse

Deux lots de piégeage chevauchent la rivière Péribonka en aval du point de confluence de la rivière Manouane : le lot 43, sur 25 km, et le lot 69, plus au sud, sur les 27 km suivants. Seule la portion nord du lot 43 a été couverte dans l'étude d'avant-projet. Aucun inventaire n'a été réalisé dans le lot 69.

L'utilisation connue de la rivière Péribonka est celle des titulaires du lot 43. Ceux-ci circulent sur la rivière depuis le lac Tchitogama jusqu'à la confluence de la rivière Manouane. Leur dernière année d'activité remonte à 1996. Deux camps ont alors été occupés, l'un à l'embouchure de la rivière du Canal Sec (km 129 de la rivière Péribonka) et l'autre, en rive droite de la rivière Péribonka, un kilomètre en aval du point de confluence de la rivière Manouane. Depuis plusieurs années, ces utilisateurs orientent leurs activités vers la subsistance : chasse (castor, petit gibier et sauvagine) et pêche (doré, brochet, corégone, ouananiche). Ils prélèvent, entre autres sur les rives de la rivière Péribonka, un peu de fourrures et de l'écorce de bouleau à des fins d'artisanat.

Impacts du projet

Aucun impact significatif n'est prévu sur les ressources exploitées par les Montagnais dans le secteur de la rivière Péribonka. Par ailleurs, la baisse du niveau d'eau (0,10 m sur les 57 km en aval du point de confluence de la rivière Manouane), qui s'accompagnera de l'exondation des billes de bois, pourrait modifier légèrement les conditions de circulation en embarcation et la pratique d'activités de chasse et de pêche sur la rivière. Cet impact sera faible.

Effets cumulatifs

Les impacts résiduels prévus du projet ne modifieront pas de façon notable l'utilisation du territoire par les Montagnais dans le secteur de la rivière Péribonka. Si les coupes forestières qui ont eu lieu dans les années 80 ont restreint les activités aux abords de la rivière, la forêt, depuis, se régénère progressivement, et les chemins forestiers permettent un accès plus grand au territoire. Les effets cumulatifs du projet seront nuls ou négligeables.

Suivi

QC-102 – Séances d'information ou de consultation pour les autochtones

L'initiateur de projet indiquera si des séances d'information ou de consultation seraient tenues auprès des autochtones en phases de construction et d'exploitation afin de tenir compte de leurs préoccupations dans le suivi des répercussions du projet.

Réponse

Oui, des séances d'information et de consultation seront menées auprès des autochtones. Les modalités de présentation de ces séances seront définies avec les communautés. Toutefois, dans le cas de la communauté de Betsiamites, un comité de mise en œuvre est déjà actif, et ses travaux se poursuivront pendant toute la durée du projet.

QC-103 – Programme de suivi environnemental

À la section 10.2.2, l'initiateur de projet révisera le kilométrage pour le suivi des baisses de niveaux de la rivière puisque la coupure se fera en aval des points kilométriques mentionnés.

En temps opportun, l'initiateur de projet présentera un programme détaillé de suivi environnemental.

Réponse

Le suivi portera sur les baisses de niveau entre les km 0 et 97.

Bibliographie

- ALLIANCE ENVIRONNEMENT. 2000. *Dérivation partielle de la rivière Manouane. Étude d'avant-Projet. Rapport sectoriel sur les poissons préparé pour Hydro-Québec.* 143 p. et ann.
- ANDERSEN, A. ET M. GAGNON. 1980. « Les ressources halieutiques de l'estuaire du Saint-Laurent ». In *Rapp. can. sci. halieut. aquat.* 119 : iv + 56 p.
- BIOREX. 1996. *Base de données géoréférencées sur les ressources halieutiques et leurs habitats : estuaire maritime du Saint-Laurent et fjord du Saguenay.* Rapport méthodologique. Vol. 1 : iv + 40 p., 7 ann. et vol. 2 : iv + 34 p., 6 ann.
- BISAILLON, S. 1981. *Étude préliminaire de la situation du saumon (rivière Betsiamites).* Hauterive. 125 p.
- BOUDREAU, A., R. LALUMIÈRE ET L. BELZILE. 1986. *Étude d'impact sur l'environnement. Projet de rénovation de l'appareillage de production centrale Bersimis Deux.* Rapport présenté à la Direction Environnement d'Hydro-Québec. 190 p., 8 ann., 4 cartes.
- BOUDREAU, A. ET F. LÉVESQUE. 1995. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Résumé des études de 1990 à 1994.* Rapport de la Division environnement Shooner du Groupe conseil Génivar. Pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 40 p.
- BOUDREAU, J. 1985. *Composition des peuplements de macroinvertébrés sur le parcours aval des rivières Eastmain et Opinaca. Synthèse des données de 1979 à 1984.* Direction Ingénierie et Environnement, SEBJ, Montréal. 28 p.
- BOUDREAU, J. ET D. ROY. 1985. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande 1978-1984. Macroinvertébrés benthiques.* Direction Ingénierie et Environnement, SEBJ, Montréal. 102 p. et ann.
- BRASSARD, C. 1995. *Biodiversité du Saint-Laurent. Vision 2000 – Identification des sites Côte-Nord : régions écologiques n^{os} 6, 8, 9, 13,1, 13,2, 13,3 et 14.* MEF, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région de la Côte-Nord (09).
- BRASSARD, J. 1987. *Pourvoirie du Lac Duhamel.* Rapport de stage en Aménagement de la faune présenté au CEGEP de Saint-Félicien. 27 p.
- BROUARD, D., J.F. DOYON ET R. SCHETAGNE. 1994. « Amplification of mercury concentration in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) downstream from the La Grande 2 reservoir, James Bay, Québec ». In Watras C.J., Huckabee, J.W. (editors) *Mercury pollution ; integration and synthesis.* Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 369-380.
- COLBY, P.J., R.E. MCNICOL ET R.A. RYDER. 1979. *Synopsis of biological data on the walleye (Stizostedion vitreum) (Mitchill 1818).* (119) : 139 p.
- CORPORATION DE GESTION DU RÉSERVOIR GOUIN (CGRG). 1999. *Enquête sur la pêche sportive au réservoir Gouin.* Rapport présenté par Faune Conseil, ministère de l'Environnement, Société de la faune et des parcs du Québec, et GDG Conseil. 51 p et ann.

- DESGRANGES, J.L. ET COLL., 1999. « Breeding success of Osprey under high seasonal methylmercury exposure ». In Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C. et Tremblay, A. (editors). *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 287-293.
- DESLANDES, J.C., S. GUÉNETTE ET R. FORTIN. 1994. *Évolution des communautés de poissons de milieux affectés par l'aménagement du complexe La Grande, Phase 1 (1977-1992)*. Rapport synthèse préparé par l'Université du Québec à Montréal pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec, 89 p.
- DESLANDES, J.C. ET COLL. 1993. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, phase 1 (1991-1992). Étude des rendements de pêche*. Rapport présenté par le Groupe Environnement Shooner à la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec.
- DENIS, R., ET G. HAYEUR. 1998. *Bilan du suivi environnemental de la portion des rivières Caniapiscau et Koksoak située à l'aval des ouvrages de dérivation*. Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec. 28 p. et ann.
- DOYON, J.-F., R. SCHETAGNE. 1999. *Réseau de suivi environnement de complexe La Grande, Phase 1 (1997-1998). Évolution des teneurs en mercure et études complémentaires*. Rapport conjoint Groupe-conseil Génivar et Hydro-Québec, Unité Hydraulique et environnement de la direction Expertise et support technique de production. 89 p. et ann.
- DOYON J.-F., A. TREMBLAY, M. PROULX. 1996. *Régime alimentaire des poissons du complexe La Grande et teneurs en mercure dans leur proies (1993-1994)*. Pour Hydro-Québec, Montréal.
- DOYON, J.-F. ET COLL. 1994a. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : Phase 1 – Rapport des activités 1992*. Rapport du Groupe Environnement Shooner pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec.
- DOYON, J.-F. ET COLL. 1994b. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : Phase 1 – Rapport des activités 1993*. Rapport du Groupe Environnement Shooner pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec.
- DOYON, J.-F. ET COLL. 1993. *Étude de la communauté de poissons de l'estuaire de la rivière Eastmain, 12 ans après la coupure du débit fluvial*. Rapport du Groupe Environnement Shooner pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 100 p. et ann.
- ELLIOTT, J.M. 1970. « The distances travelled by drifting invertebrates in a Lake District stream ». In *Oecologia* (Berlin) 6: p. 350-379.
- GDG CONSEIL. 1999. *Approche globale sur la gestion environnementale des réservoirs d'Hydro-Québec - Étude de cas : le réservoir Gouin*. 4 fascicules.
- GÉNIVAR. 1997. *Projet-pilote phase initiale ; gestion intégrée de la zone côtière Les Escoumins — rivière Betsiamites*. Rapport présenté à la Division de la Gestion de l'habitat et des Sciences de l'environnement, ministère des Pêches et des Océans. 33 p. et ann.
- GOUPIL, J.-Y. 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : guide des bonnes pratiques*. Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral. Ministère de l'Environnement et de la Faune.
- GRELSSON, G. 1982. « Comparison of vegetation stability on two river banks, subject to short term water-level regulation, at the river Umeälven in northern Sweden ». In *Proceedings of the second international symposium on regulated stream*. Lillehammer A. and S.J. Saltveit eds. p. 93-107.

- HYDRO-QUÉBEC. 1999a. *Dérivation partielle de la rivière Portneuf. Rapport d'avant-projet*. Volume 1. 399 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1999b. *Dérivation partielle de la rivière du Sault aux Cochons. Rapport d'avant-projet*. Volume 1. 344 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998. *Avant-projet Betsiamites, Étude de faisabilité, Dérivation partielle de la rivière Manouane, Rapport d'étape des études hydrauliques*. Direction Ingénierie, Unité Hydraulique et géotechnique, 23 p., tableaux, figures et planches.
- HYDRO-QUÉBEC. 1993. *Complexe Grande-Baleine. Étude d'avant-projet Phase II. Qualité de l'eau*. Service Ressources et Aménagement du territoire, vice-présidence Environnement. Montréal. Hydro-Québec.
- HYDRO-QUÉBEC. 1991. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Rapport d'avant-projet. Partie 7. Impacts sur le saumon de la Moisie et sur son exploitation, mesures d'atténuation et suivi*. 150 p. et ann.
- JIRKA, K.J. ET J. JR. HOMA. 1990. « Development and Preliminary Evaluation of Suitability Index Curves for Juvenile Brook Trout ». *In Rivers*. 1-3 : 207-217.
- KERR, S.J. ET COLL. 1996. *Walleye stocking as a management tool. Percid Community Synthesis*. Walleye Stocking Working Group. Ontario Ministry of Natural Resources. Peterborough. 80 p.
- LACASSE, S. ET P. MAGNAN. 1992. *Distribution post-glaciaire des poissons dans la partie sud du bassin hydrographique du fleuve Saint-Laurent : impact des interventions humaines*. Rapport présenté à Direction de la gestion des espèces et des habitats, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Laboratoire de recherche sur les communautés aquatiques, UQTR.
- LACHANCE, S. ET P. BÉRUBÉ. 1999. *Programme de calcul de la production potentielle de l'omble de fontaine en rivière (POTSAFO 2.0)*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats. Québec. 26 p.
- LALUMIÈRE, R., R. LE JEUNE ET A. BOUDREAU. 1985. *Répercussions d'une réduction de débit sur les rivières Caniapiscau et Koksoak*. Rapport au GEEK (SEBJ) produit par Gilles Shooner inc. 117 p. et ann.
- LAPERLE, M. 1999. *Évaluation des risques écotoxicologiques chez la faune exposée au méthylmercure contenu dans le biote des réservoirs*. Rapport présenté à l'unité Hydraulique et environnement de la direction Expertise et support technique de production d'Hydro-Québec, 74 p. et ann.
- LAPERLE, M., J. SBUGHEN ET D. MESSIER. 1999. « Assessment of the ecotoxic risk of methylmercury exposure in mink (*Mustela vison*) inhabiting Northern Québec ». 1999. *In* Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C. et Tremblay, A., (editors). *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 275-285.
- LAPOINTE, M., M. NORMAND, J. PICARD. 1986. *Enquête sur la pêche récréative au réservoir Gouin : carnet du pêcheur*. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Trois-Rivières, Service de l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune. 39 p.
- LEMIEUX, C. 1996a. *Acquisition de connaissances des habitats côtiers des baies de l'Anse Saint-Jean et Sainte-Marguerite dans la région du Saguenay (1995)*. Rapport du Groupe-conseil Génivar pour la Division de la gestion de l'habitat du poisson, ministère des Pêches et des Océans du Canada (à paraître).
- LEMIEUX, C. 1996b. *Acquisition de connaissances des habitats côtiers dans la région de Rimouski*. Rapport du Groupe conseil Génivar présenté à la Division de la gestion de l'habitat du poisson, ministère des Pêches et des Océans du Canada.

- LEMIEUX, C. ET R. LALUMIÈRE. 1995. *Acquisition de connaissances des habitats côtiers du barachois de Saint-Omer (1995)*. Rapport du Groupe-conseil Génivar pour la Division de la gestion de l'habitat du poisson, ministère des Pêches et des Océans, Canada, 43 p. et ann.
- LESSARD, M. 1997. *Sites hydroélectriques d'Hydro-Québec – Franchissabilité par les poissons migrateurs*. Pour le service Milieu naturel, direction principale Communication et environnement, Hydro-Québec. 118 p. et ann.
- LÉVESQUE, F. ET COLL. 1995. *Accroissement de la production salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : Phase 1 – Rapport des activités 1994*. Rapport du Groupe Environnement Shooner pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 112 p., ann. et carte.
- LÉVESQUE, F. ET COLL. 1993. *Accroissement du potentiel salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité : Phase 1 – Rapport des activités 1991. Tome 1*. Rapport du Groupe Environnement Shooner pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 119 p. et ann.
- LITYNSKI, J. 1984. *The numerical classification of the world's climates*. Report PMC/WCP-63, Programme climatologique mondial, Organisation Météorologique Mondiale, Genève.
- MACHNIAK, K. 1975. *The Effets of Hydroelectric Development on the Biology of Northern Fishes (Reproduction and Population Dynamics) II. Northern Pike Esox lucium (Linnaeus)*. A Literature Review and Bibliography. Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Rep. 528, 82 p.
- MCLAY, C. 1970. « A theory concerning the distance travelled by animals entering the drift of a stream ». In *J. Fish. Res. Board Can.* 27: p. 359-370.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF). 1994. *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au ministère de l'Environnement et de la Faune*. Direction de la faune et des habitats, Québec.
- NATURAM. 1999a. *Recherche de sites de fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans l'estuaire de la Portneuf en 1999 ; mission de reconnaissance*. Pour Hydro-Québec (à paraître).
- NATURAM. 1999b. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3 ; suivi environnemental. Fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite*. Pour Hydro-Québec (à paraître).
- NATURAM. 1998. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3 ; suivi environnemental. Fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite*. Présenté à Hydro-Québec. 65 p. et ann.
- NATURAM. 1997. *Caractérisation d'une frayère à éperlan arc-en-ciel à l'aval de la centrale hydroélectrique Outardes-2*. Pour la Direction régionale Manicouagan, Hydro-Québec. 26 p. et ann.
- NATURAM. 1990a. *Suivi environnemental rivière Betsiamites – période du 6 septembre au 5 décembre 1989*. Présenté à Hydro-Québec. 14 p. et ann.
- NATURAM. 1990b. *Inventaire et caractérisation des sites de fraie potentiels de l'esturgeon noir sur la rivière Bersimis*. Présenté à Pêches et Océans Canada.
- NATURAM. 1988. *Rapport de pêche expérimentale de l'anguille d'Amérique sur la rivière Bersimis*. Rapport présenté au Conseil de bande de Betsiamites. 35 p. et 3 ann.
- NESTLER, J.M. ET COLL. 1986. *Handbook on Reservoir Releases for Fisheries and Environmental Quality, Instruction Report E-86-3*. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.

- PARENT, S. ET P. BRUNEL. 1976. « Aires et périodes de fraye du Capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent », *In Trav. Pech. Qué.* 45 : p. 1-46.
- PERRON, GROUPE JACQUES. 1994. *Plan de développement du potentiel faunique et touristique de la Pourvoirie Lac Duhamel*. Rapport d'étape présenté à la Pourvoirie Lac Duhamel, 107 p., 2 cartes, 5 ann.
- RAYMOND, C. ET F. CARON. 1997. *Rapport d'opération : Inventaire des anguillettes (*Anguilla Rostrata*) sur la Petite rivière de la Trinité et la rivière Bec-Scie en 1996*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 38 p.
- ROY, D. 1985. *Réseau de surveillance écologique du Complexe La Grande, 1978-1984. Zooplancton*. Rapport préparé par la Société d'Énergie de la Baie James. 92 p.
- SANTÉ QUÉBEC. 1995. *Les Québécoises et Québécois mangent-ils mieux ? Rapport de l'enquête québécoise sur la nutrition. 1990*. Gouvernement du Québec, Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Montréal. 317 p.
- SCHETAGNE, R. ET COLL. 1999. « Synthesis ». *In* Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C. et Tremblay, A. (editors). *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 295-316.
- SHOONER, GROUPE ENVIRONNEMENT. 1990. *Relevés sanitaires et bactériologiques de 23 secteurs coquilliers de la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent (Baie Sainte-Catherine à Baie-Comeau, 1989). Programme de salubrité des eaux coquillières*. Rapport soumis à Environnement Canada, Conservation et Protection. s. p.
- SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ) ET SOCIÉTÉ DES TRAVAUX DE CORRECTION DU COMPLEXE LA GRANDE (SOTRAC). 1985. *Étude des effets du détournement des rivières Eastmain et Opinaca en aval des ouvrages de dérivation : synthèse des résultats du suivi environnemental de 1980 à 1984*. Montréal. 256 p.
- SHELDON, A.L. 1984. « Colonization dynamics of aquatic insects ». *In The ecology of aquatic insects*. Édité par : V.H. Resh et D.M. Rosenberg. Preager, Toronto. p. 401-429.
- TESKEY, R.O. ET T.M. HINCKLEY. 1977. *Impact of water level changes on woody riparian and wetland communities*. Fish and Wildlife Serv. U.S. Dep. of the Int. 38 p.
- THERRIEN, J. 1998. *Rapport sur la situation de l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 45 p.
- THERRIEN, J. ET S. LACHANCE. 1997. *Outil diagnostique décrivant la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine en rivière au Québec – Phase 1 : Revue de la documentation et choix des variables*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 63 p.
- TOWNSEND, C.R., A.G. HILDREW. 1976. « Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos ». *In J. Anim. Ecol.* 45: p. 759-772.
- TREMBLAY, C., B. PORTELANCE ET J. FRÉCHETTE. 1983. *Inventaire au chalut de fond des espèces de poissons et crustacés dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent*. MAPAQ, Direction Recherche Scientifique et Technique, Cahier d'information n° 103 : 96 p.
- VALLIÈRES, L. ET R. FORTIN. 1988. *Le grand brochet (*Esox lucius*) au Québec : biologie et gestion*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 298 p.

WARNER, K. ET K.A. HAVEY. 1985. *Life history, ecology and amangement of Maine landlocked salmon*. *Salmo salar*. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife. 127 p.

Annexe A

Avis technique concernant la rupture du barrage

7.0 BRIS DE BARRAGE

7.1 Avis technique

Une étude sommaire de rupture de barrage a été réalisée pour connaître l'ampleur du phénomène occasionné par la rupture éventuelle du barrage principal. Cette étude a été effectuée avec les courbes de capacité des ouvrages d'évacuation, soit les seuils en BCR ainsi qu'avec la courbe de capacité du canal de la variante Seuil Amont - canal 20 m qui est décrite à la section 5.3.1 du rapport.

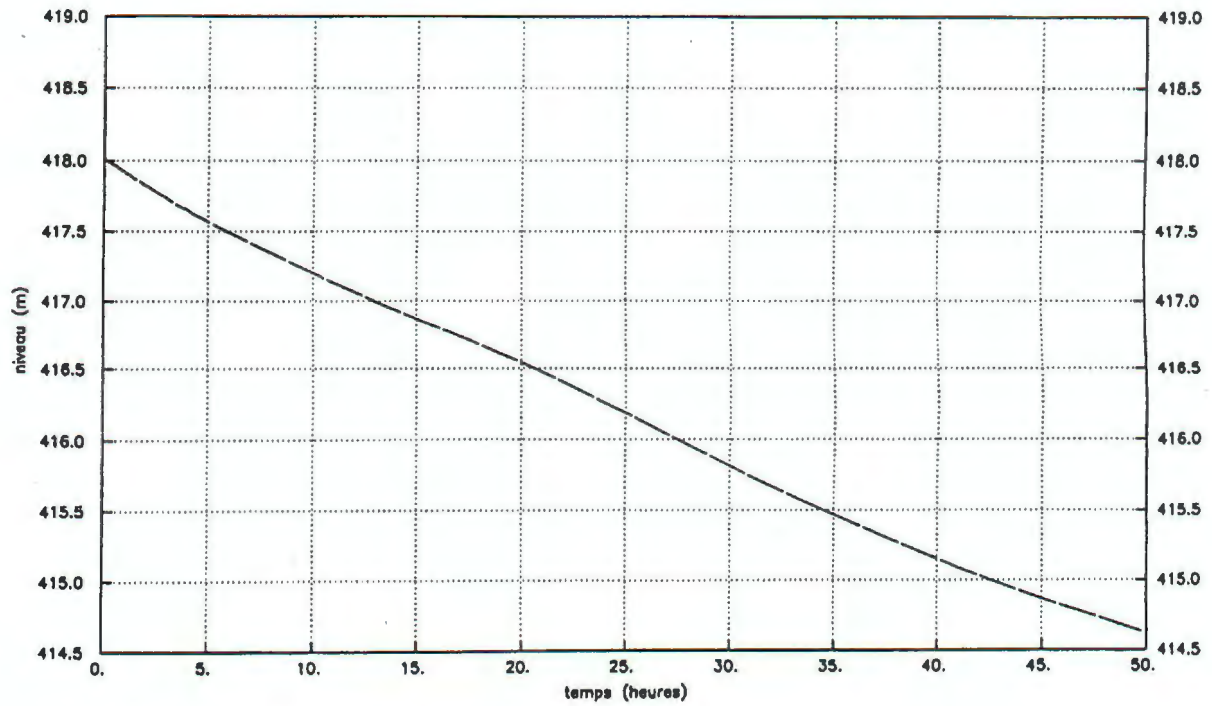
Le barrage est de type de barrage-poids. La brèche choisie a donc la forme rectangulaire, ayant une base de 20 m de large et se situant à la cote 411,5 m, soit la cote du niveau d'eau moyen. On suppose que le barrage se brise lorsque le niveau d'eau du réservoir est à 418,0 m. Ce niveau correspond à la cote du seuil déversant au barrage principal qui est aussi le niveau maximal d'exploitation normal. En ce qui concerne le débit initial, on considère que le débit d'entrée et de sortie du réservoir est d'environ 120 m³/s, soit le débit économique du canal de la variante Seuil Amont - Canal 20 m. La rupture du barrage est supposée d'être instantanée avec le temps de formation de la brèche de 0,1 heure.

La figure 1 présente la variante du niveau du réservoir en fonction du temps après la rupture du barrage principal. Après 48 heures de simulation, le niveau a baissé de 418 à 414,5 m.

La figure 2 présente la variation du débit de rupture en fonction du temps. Le débit maximal de 570 m³/s a été obtenu juste après la formation de la brèche. Après 48 heures de simulation, il est réduit à 190 m³/s.

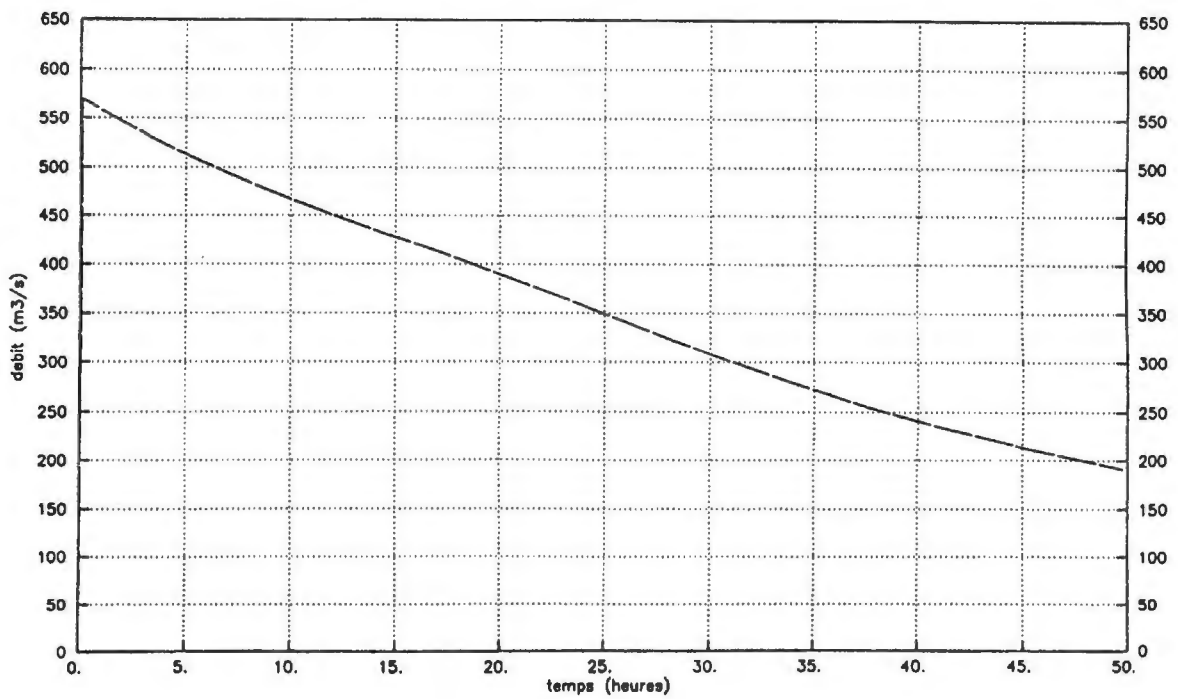
7.2 Conclusion

La rupture du barrage principal de Manouane donne un débit maximal de 570 m³/s. Ce débit est beaucoup moins important que le débit de la crue maximale probable qui est d'environ 2 410 m³/s une fois laminée (variante canal 20 m). Il est un peu supérieur au débit de crue de 1/100 ans qui est de 520 m³/s.



Detournement de la rivière Manouane
Rupture du barrage principal
Niveau d'eau au début de la rupture=418 m
Variation du niveau du réservoir en fonction du temps

FIGURE 7.1



Detournement de la rivière Manouane
Rupture de barrage
Niveau d'eau au debut de la rupture=418 m
Variation du debit en fonction du temps

FIGURE 7.2

Annexe B

Données de caractérisation du régime thermique

Introduction

Tableaux de données

Planches techniques

Introduction

Les tableaux des pages suivantes présentent les moyennes journalières de la température de l'eau aux stations MANO0657 (km 93 de la rivière Manouane) et MANO0658 (km 97) pour les années 1999 et 2000.

Les planches techniques qui suivent les tableaux contiennent une information similaire présentée sous forme graphique, avec en plus la température de l'air ambiant à Roberval et le débit de la rivière Manouane.

Tableaux de données

Tableau B1 — Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0657 pour 1999^a

Date	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1 ^{er}	M ^b	M	M	M	M	M	M	20,42	18,16	12,41	2,36	0,11
2	M	M	M	M	M	M	M	19,36	19,16	11,63	2,38	0,11
3	M	M	M	M	M	M	M	18,71	19,38	10,94	3,38	0,11
4	M	M	M	M	M	M	M	18,84	19,25	9,57	3,30	0,12
5	M	M	M	M	M	M	M	19,06	20,17	9,24	2,79	0,12
6	M	M	M	M	M	M	M	18,57	20,38	8,72	2,86	0,14
7	M	M	M	M	M	M	M	18,19	19,89	7,79	2,45	0,12
8	M	M	M	M	M	M	M	17,61	19,48	6,90	1,75	0,11
9	M	M	M	M	M	M	M	16,83	19,02	6,25	1,13	0,12
10	M	M	M	M	M	M	M	15,91	17,99	6,24	0,94	0,13
11	M	M	M	M	M	M	M	15,97	17,58	6,39	0,32	0,12
12	M	M	M	M	M	M	M	16,79	16,78	5,78	0,19	0,13
13	M	M	M	M	M	M	M	16,51	16,39	5,24	0,24	0,12
14	M	M	M	M	M	M	M	15,97	16,27	4,92	0,16	0,11
15	M	M	M	M	M	M	M	16,26	16,21	4,29	0,29	0,11
16	M	M	M	M	M	M	M	16,97	15,86	4,33	0,23	0,11
17	M	M	M	M	M	M	M	16,55	15,18	4,34	0,10	0,11
18	M	M	M	M	M	M	M	16,83	14,28	3,95	0,11	0,11
19	M	M	M	M	M	M	M	17,30	14,27	3,37	0,11	0,11
20	M	M	M	M	M	M	M	18,14	14,48	3,19	0,11	0,11
21	M	M	M	M	M	M	M	18,45	13,95	3,52	0,14	0,11
22	M	M	M	M	M	M	18,54	19,01	13,14	3,69	0,16	0,11
23	M	M	M	M	M	M	19,28	19,21	12,94	3,75	0,25	0,11
24	M	M	M	M	M	M	20,00	19,47	13,04	3,09	0,23	0,11
25	M	M	M	M	M	M	20,47	19,67	12,31	2,49	0,24	0,11
26	M	M	M	M	M	M	20,46	19,84	12,31	2,11	0,11	0,12
27	M	M	M	M	M	M	20,36	20,23	12,43	2,07	0,21	0,11
28	M	M	M	M	M	M	20,39	20,28	12,70	1,60	0,24	0,11
29	M	M	M	M	M	M	21,07	18,95	13,52	1,70	0,11	0,11
30	M	M	M	M	M	M	21,09	17,96	14,13	1,56	0,11	0,11
31	M	M	M	M	M	M	20,68	17,82	17,82	2,03	0,11	0,11
Minima								15,91	12,31	1,56	0,10	0,11
Maxima								20,42	20,38	12,41	3,38	0,14
Moyennes								18,12	16,02	5,26	0,90	0,11

a. Toutes les températures sont en degrés Celsius. La station MANO0657 est située au km 93 de la rivière Manouane.

b. Données manquantes

Tableau B2 — Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0657 pour 2000^a

Date	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1 ^{er}	0,11	0,11	0,11	0,11	0,72	9,04	17,86	21,49	17,15	8,50	M ^b	M
2	0,11	0,11	0,10	0,11	1,18	9,08	17,44	21,22	16,46	9,03	M	M
3	0,11	0,11	0,10	0,12	1,40	9,21	17,27	21,06	16,16	9,21	M	M
4	0,11	0,11	0,10	0,11	1,64	8,62	17,53	20,13	15,34	8,57	M	M
5	0,11	0,11	0,10	0,11	1,66	8,97	16,68	19,69	14,19	8,04	M	M
6	0,11	0,11	0,10	0,11	1,32	9,98	16,13	20,08	13,79	7,47	M	M
7	0,11	0,11	0,10	0,11	1,08	10,64	16,14	20,42	13,93	7,10	M	M
8	0,11	0,11	0,11	0,11	1,45	10,35	16,41	20,46	14,21	7,24	M	M
9	0,11	0,11	0,10	0,10	1,49	9,94	16,49	20,35	13,96	7,22	M	M
10	0,11	0,11	0,11	0,10	1,74	10,08	16,15	20,03	14,00	6,38	M	M
11	0,11	0,11	0,11	0,10	2,13	10,31	15,50	19,87	14,55	5,74	M	M
12	0,11	0,11	0,11	0,10	3,06	10,89	15,77	20,23	14,88	5,83	M	M
13	0,11	0,11	0,11	0,11	3,37	11,30	16,05	20,44	14,87	6,11	M	M
14	0,11	0,11	0,11	0,10	3,51	12,44	16,50	20,14	14,49	5,51	M	M
15	0,11	0,11	0,11	0,11	3,71	12,58	17,34	20,27	14,08	5,04	M	M
16	0,11	0,11	0,11	0,13	3,73	13,36	18,15	19,89	13,57	4,59	M	M
17	0,11	0,11	0,11	0,12	4,17	14,09	18,39	18,48	12,92	4,68	M	M
18	0,11	0,11	0,11	0,13	4,39	13,61	18,20	17,95	12,46	4,42	M	M
19	0,11	0,11	0,11	0,13	4,38	13,96	17,49	18,15	12,36	4,59	M	M
20	0,11	0,11	0,10	0,14	5,03	15,07	16,77	17,82	12,88	4,84	M	M
21	0,11	0,11	0,11	0,18	5,69	15,03	17,01	17,42	13,15	5,36	M	M
22	0,11	0,11	0,10	0,27	6,20	15,27	17,06	17,36	12,02	4,74	M	M
23	0,11	0,11	0,10	0,39	6,96	15,77	17,13	17,29	10,91	4,08	M	M
24	0,11	0,11	0,11	0,47	6,89	15,93	17,71	16,85	10,70	4,35	M	M
25	0,11	0,11	0,11	0,53	6,55	15,90	18,15	16,91	10,28	4,37	M	M
26	0,11	0,11	0,10	0,69	6,61	16,11	18,53	17,27	9,68	4,48	M	M
27	0,11	0,11	0,10	0,91	6,47	17,06	19,11	16,77	9,61	M	M	M
28	0,11	0,10	0,10	1,19	6,71	16,86	19,67	16,62	8,69	M	M	M
29	0,11	0,10	0,11	1,16	7,39	17,14	20,14	16,99	8,10	M	M	M
30	0,11		0,11	1,00	7,86	17,49	20,98	17,67	7,96	M	M	M
31	0,11		0,11		8,36		21,41	17,02		M		M
Minima	0,11	0,10	0,10	0,10	0,72	8,62	15,50	16,62	7,96			
Maxima	0,11	0,11	0,11	1,19	8,36	17,49	21,41	21,49	17,15			
Moyennes	0,11	0,11	0,11	0,30	4,09	12,87	17,59	18,92	12,91			

a. Toutes les températures sont en degrés Celsius. La station MANO0657 est située au km 93 de la rivière Manouane.

b. Données manquantes

Tableau B3 — Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0658 pour 1999^a

Date	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1 ^{er}	M ^b	M	M	M	M	M	M	20,41	18,37	12,54	2,48	0,27
2	M	M	M	M	M	M	M	19,40	19,32	11,83	2,49	0,27
3	M	M	M	M	M	M	M	18,86	19,43	11,05	3,52	0,30
4	M	M	M	M	M	M	M	18,99	19,45	9,83	3,34	0,30
5	M	M	M	M	M	M	M	19,06	20,30	9,57	2,95	0,29
6	M	M	M	M	M	M	M	18,64	20,41	8,84	2,97	0,30
7	M	M	M	M	M	M	M	18,23	20,03	8,04	2,57	0,28
8	M	M	M	M	M	M	M	17,73	19,70	7,13	1,88	0,28
9	M	M	M	M	M	M	M	16,83	19,11	6,50	1,28	0,28
10	M	M	M	M	M	M	M	15,97	18,19	6,53	1,11	0,29
11	M	M	M	M	M	M	M	16,15	17,79	6,59	0,54	0,27
12	M	M	M	M	M	M	M	16,85	16,98	5,92	0,40	0,28
13	M	M	M	M	M	M	M	16,53	16,62	5,39	0,40	0,28
14	M	M	M	M	M	M	M	16,06	16,43	5,03	0,32	0,26
15	M	M	M	M	M	M	M	16,50	16,43	4,43	0,43	0,26
16	M	M	M	M	M	M	M	16,98	16,03	4,48	0,37	0,26
17	M	M	M	M	M	M	M	16,54	15,33	4,47	0,25	0,26
18	M	M	M	M	M	M	M	16,99	14,58	4,08	0,26	0,26
19	M	M	M	M	M	M	M	17,44	14,54	3,55	0,26	0,26
20	M	M	M	M	M	M	M	18,25	14,58	3,40	0,28	0,27
21	M	M	M	M	M	M	M	18,54	14,21	3,68	0,32	0,27
22	M	M	M	M	M	M	18,63	19,07	13,35	3,85	0,31	0,27
23	M	M	M	M	M	M	19,29	19,22	13,20	3,84	0,36	0,27
24	M	M	M	M	M	M	19,99	19,58	13,18	3,24	0,34	0,27
25	M	M	M	M	M	M	20,38	19,74	12,60	2,63	0,38	0,27
26	M	M	M	M	M	M	20,45	19,93	12,58	2,30	0,30	0,27
27	M	M	M	M	M	M	20,33	20,33	12,63	2,27	0,34	0,27
28	M	M	M	M	M	M	20,45	20,29	12,82	1,75	0,38	0,27
29	M	M	M	M	M	M	21,09	19,01	13,75	1,89	0,30	0,27
30	M	M	M	M	M	M	20,99	18,15	14,12	1,74	0,27	0,27
31	M	M	M	M	M	M	20,70	18,05	2,22			0,27
Minima								15,97	12,58	1,74	0,25	0,26
Maxima								20,41	20,41	12,54	3,52	0,30
Moyennes								18,20	16,20	5,44	1,05	0,27

a. Toutes les températures sont en degrés Celsius. La station MANO0658 est située au km 97 de la rivière Manouane.

b. Données manquantes

Tableau B4 — Moyenne journalière de la température de l'eau à la station MANO0658 pour 2000^a

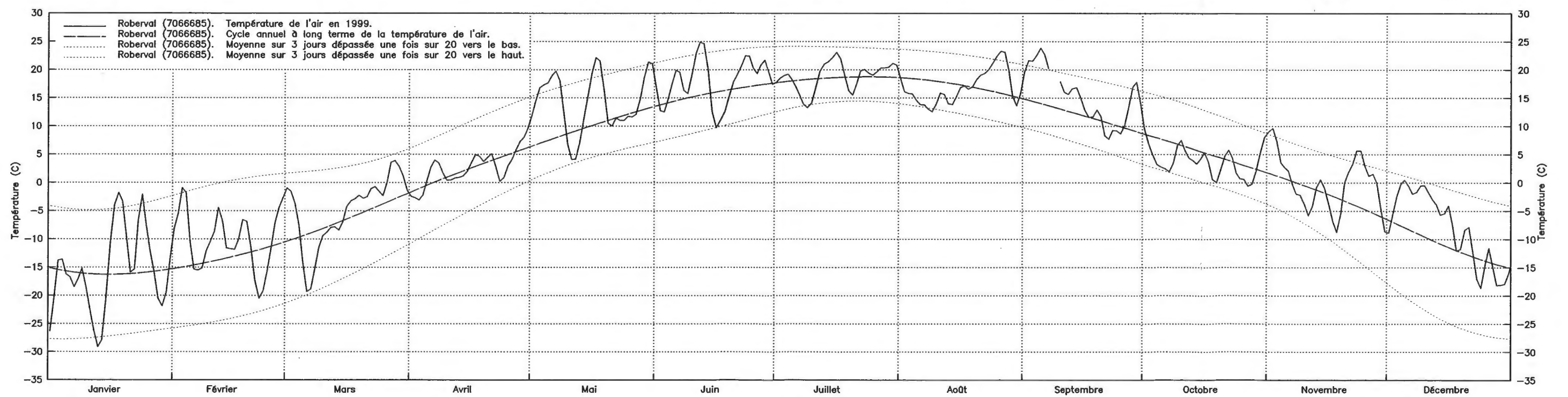
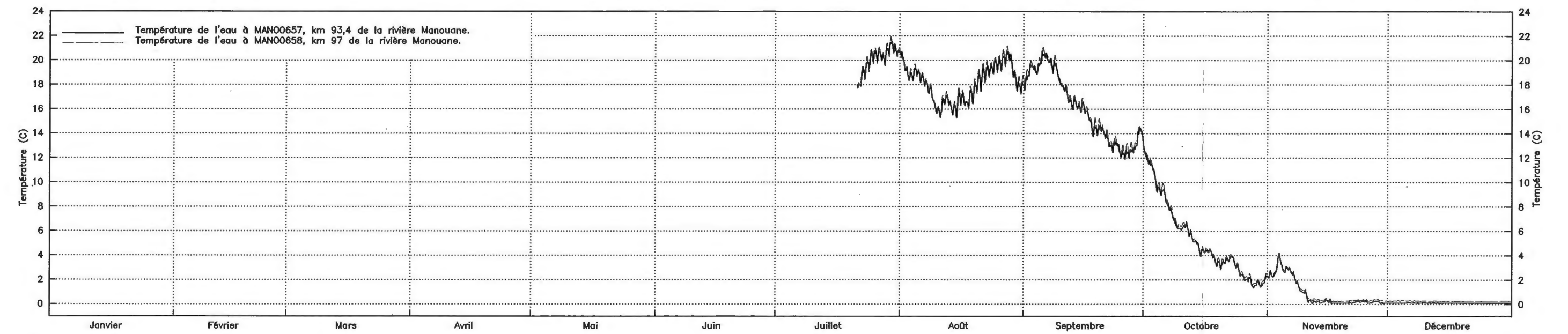
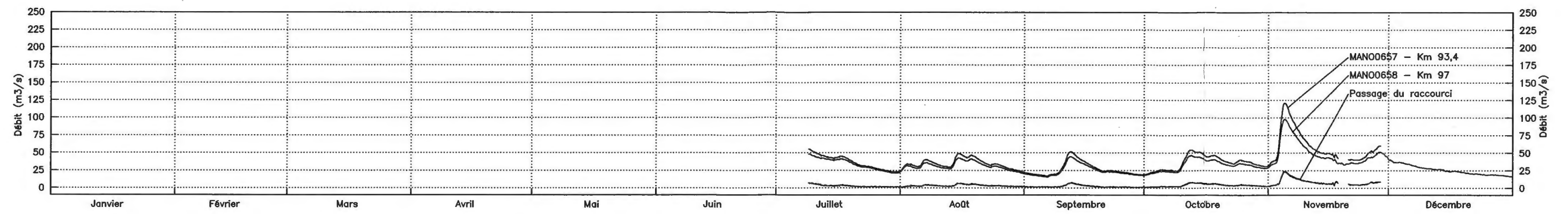
Date	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1 ^{er}	0,27	0,27	0,29	0,32	0,84	9,04	17,78	21,43	17,16	M ^b	M	M
2	0,27	0,27	0,28	0,33	1,32	9,07	17,38	21,17	16,56	M	M	M
3	0,27	0,27	0,28	0,37	1,49	9,17	17,28	21,03	16,23	M	M	M
4	0,27	0,27	0,28	0,36	1,65	8,60	17,48	20,13	15,40	M	M	M
5	0,27	0,27	0,29	0,33	1,71	9,05	16,63	19,76	14,28	M	M	M
6	0,27	0,27	0,29	0,33	1,40	9,89	16,12	20,16	13,93	M	M	M
7	0,27	0,27	0,29	0,34	1,17	10,62	16,15	20,37	14,05	M	M	M
8	0,27	0,28	0,29	0,32	1,53	10,27	16,37	20,46	14,26	M	M	M
9	0,27	0,28	0,29	0,28	1,58	9,93	16,46	20,33	13,98	M	M	M
10	0,27	0,28	0,28	0,28	1,87	10,11	16,12	20,03	14,10	M	M	M
11	0,27	0,27	0,27	0,28	2,27	10,35	15,54	19,91	14,47	M	M	M
12	0,27	0,28	0,28	0,29	3,21	10,85	15,74	20,26	14,85	M	M	M
13	0,27	0,27	0,28	0,30	3,47	11,30	16,03	20,38	14,87	M	M	M
14	0,27	0,28	0,27	0,29	3,64	12,33	16,46	20,13	14,45	M	M	M
15	0,27	0,28	0,28	0,30	3,80	12,36	17,34	20,30	14,04	M	M	M
16	0,27	0,28	0,28	0,32	3,89	13,29	18,12	19,77	13,60	M	M	M
17	0,27	0,28	0,28	0,33	4,29	13,93	18,37	18,50	12,99	M	M	M
18	0,28	0,28	0,27	0,33	4,33	13,57	18,25	18,04	12,55	M	M	M
19	0,28	0,28	0,28	0,32	4,41	14,02	17,50	18,20	12,41	M	M	M
20	0,28	0,28	0,28	0,34	5,02	15,06	16,86	17,81	12,93	M	M	M
21	0,28	0,28	0,28	0,38	5,64	14,94	17,06	17,47	13,08	M	M	M
22	0,27	0,28	0,28	0,48	6,16	15,27	17,04	17,42	12,01	M	M	M
23	0,28	0,28	0,29	0,57	6,93	15,72	17,16	17,24	11,03	M	M	M
24	0,28	0,28	0,30	0,65	6,83	15,83	17,73	16,85	10,80	M	M	M
25	0,28	0,28	0,31	0,70	6,54	15,72	18,08	16,94	10,36	M	M	M
26	0,28	0,28	0,29	0,87	6,59	16,06	18,48	17,27	9,80	M	M	M
27	0,28	0,28	0,29	1,08	6,42	16,90	19,07	16,83	9,70	M	M	M
28	0,28	0,29	0,30	1,35	6,70	16,77	19,63	16,71	8,82	M	M	M
29	0,27	0,29	0,31	1,24	7,36	17,13	20,18	17,06	8,21	M	M	M
30	0,27		0,32	1,16	7,82	17,44	20,90	17,62	M	M	M	M
31	0,28		0,32		8,35		21,37	17,01		M		M
Minima	0,27	0,27	0,27	0,28	0,84	8,60	15,54	16,71	8,21			
Maxima	0,28	0,29	0,32	1,35	8,35	17,44	21,37	21,43	17,16			
Moyennes	0,27	0,28	0,29	0,49	4,14	12,82	17,57	18,92	13,14			

a. Toutes les températures sont en degrés Celsius. La station MANO0658 est située au km 97 de la rivière Manouane.

b. Données manquantes.

Planches techniques

Les planches techniques qui suivent contiennent une information similaire à celle des tableaux, avec en plus la température de l'air ambiant à Roberval et le débit de la rivière Manouane.



1999

Planche 1 - Température de l'eau relevée aux km 93,4 et 98 de la rivière Manouane en 1999, débit de la rivière et température de l'air à Roberval



Planche 2 - Température de l'eau relevée aux km 93,4 et 98 de la rivière Manouane en 2000, débit de la rivière et température de l'air à Roberval.