

Complexe de la Romaine

Complément de l'étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires de l'Agence canadienne
d'évaluation environnementale

Volume 1
Questions CA-1 à CA-94

Hydro-Québec Production
Juin 2008

Ce document complète l'étude d'impact sur l'environnement et répond aux questions reçues de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale dans le cadre de l'analyse de conformité de l'étude d'impact relative au complexe de la Romaine. Cette analyse s'inscrit dans le cadre de la procédure d'évaluation environnementale prévue à la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale.

Ce document, en trois volumes, est subdivisé de la façon suivante :

Volume 1 :

- Questions CA-1 à CA-94
- Annexes CA-26 et CA-34

Volume 2 :

- Questions CA-95 à CA-130
- Questions A-1 à A-57
- Annexe : Effets cumulatifs sur l'utilisation du territoire par les Innus d'Ekuanitshit et Nutashkuan

Volume 3 :

- Questions P-1 à P-66

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

Avant-propos

Ce document répond aux questions transmises en mai 2008 par l'Agence canadienne d'évaluation environnementale dans le cadre de l'analyse de conformité de l'étude d'impact relative au complexe de la Romaine. Cette analyse s'inscrit dans le cadre de la procédure d'évaluation environnementale prévue à la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*.

L'étude d'impact, qui est en voie d'être complétée par le dépôt des réponses aux questions, a pour objectif de permettre aux autorités compétentes fédérales de décider d'autoriser ou non le projet, en prenant en considération les impacts que le projet pourrait avoir sur l'environnement.

Après l'obtention des autorisations recherchées, et compte tenu des conditions qui seront rattachées à ces autorisations, Hydro-Québec s'engagera dans la réalisation du projet. Parmi les étapes importantes, elle obtiendra auprès des autorités compétentes fédérales et provinciales les autorisations sectorielles requises, notamment celles qui sont prévues par la *Loi sur les pêches*, la *Loi sur la protection des eaux navigables*, la *Loi sur la qualité de l'environnement* et la *Loi sur les forêts* ainsi que par leurs règlements d'application. Toutefois, à ce stade-ci, Hydro-Québec n'est pas encore parvenue à l'étape des autorisations sectorielles et doit plutôt porter son attention sur l'obtention, de la part des autorités canadiennes et québécoises, de l'autorisation et des accords de principe relatifs au projet dans sa globalité.

L'article 11 de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* prévoit que l'évaluation environnementale doit intervenir le plus tôt possible au stade de la planification du projet, avant la prise d'une décision irrévocable. Ce principe est universellement reconnu dans la documentation spécialisée portant sur les études d'impact sur l'environnement et est énoncé à la section 1 de la partie introductive de la directive pour la préparation de l'étude d'impact transmise à Hydro-Québec en avril 2004 par le ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Aussi, l'étude d'impact ne rejoint pas un niveau de détails que seule l'ingénierie détaillée permettra d'atteindre le moment venu, une fois le projet autorisé.

Cela dit, Hydro-Québec a déployé tous les efforts pour répondre le plus complètement possible aux questions de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale. Il peut cependant arriver que certaines informations ne soient pas encore connues d'Hydro-Québec et qu'elles ne puissent pas être utilisées dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement, puisque ces informations ne seront disponibles qu'après l'ingénierie détaillée et en fonction des méthodes de construction qui seront alors retenues. C'est le cas par exemple de l'emplacement exact des chemins d'accès et de la traversée de certains cours d'eau secondaires. Ces informations seront transmises en temps et lieu aux autorités compétentes pour leur permettre de délivrer les autorisations sectorielles requises.

Situation du projet

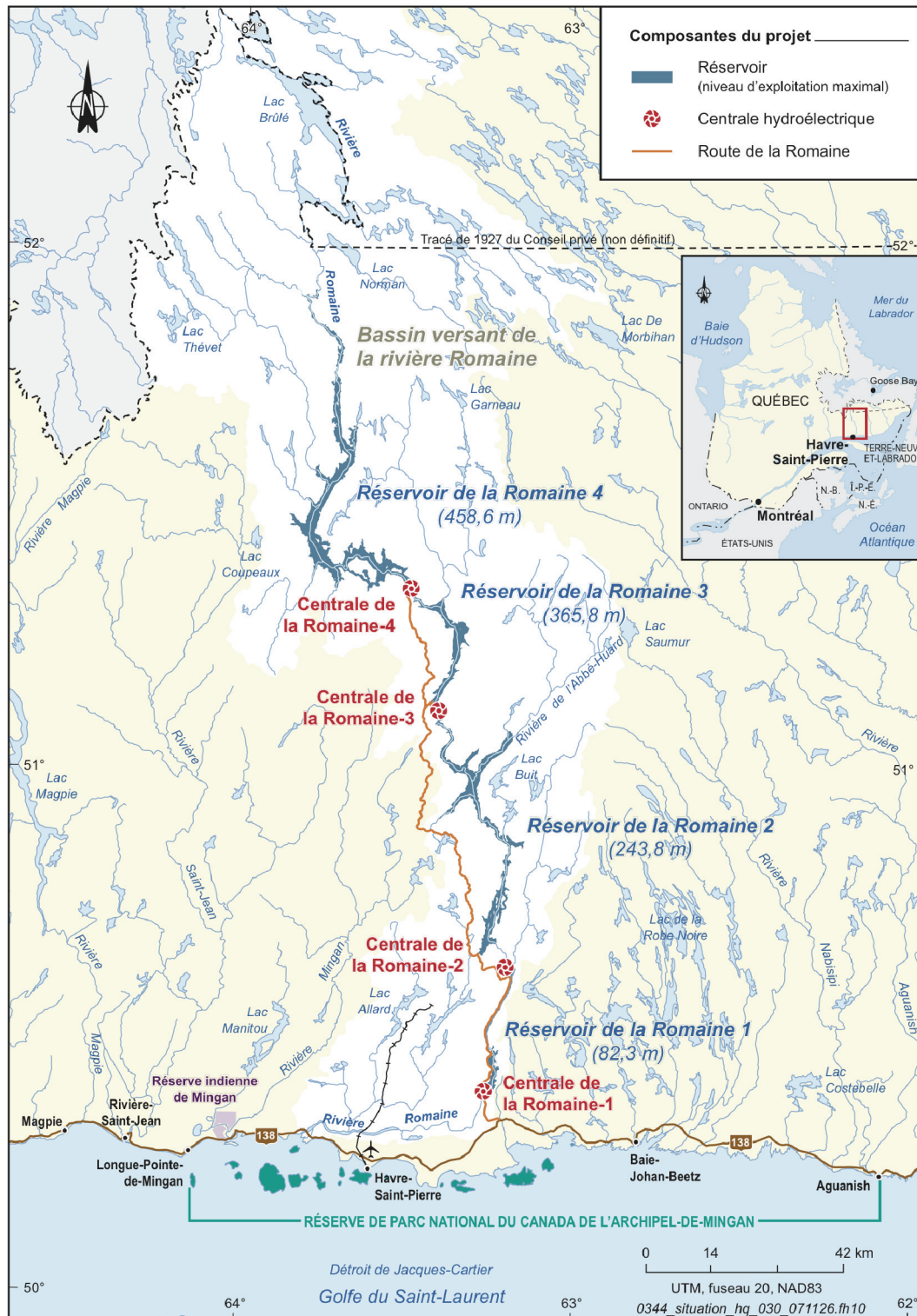


Table des matières

Questions et commentaires de Pêches et Océans Canada (Protection de l'habitat du poisson)	1
1. Secteur de la rivière à débit modifié (PK 0-52)	1
1.1. Régime de débits réservés	1
■ CA-1	1
1.1.1 Période printanière	2
■ CA-2	2
■ CA-3	4
■ CA-4	4
■ CA-5	6
■ CA-6	7
■ CA-7	8
■ CA-8	10
■ CA-9	13
■ CA-10	17
■ CA-11	18
1.1.2 Période estivale	19
■ CA-12	19
1.1.3 Période automnale	51
■ CA-13	51
■ CA-14	52
■ CA-15	54
■ CA-16	56
1.1.4 Période hivernale	61
■ CA-17	61
■ CA-18	62
■ CA-19	64
1.2. Passage du poisson	66
■ CA-20	66
1.3. Description de l'habitat du poisson	68
■ CA-21	68
■ CA-22	69
1.4. Régime thermique	69
1.4.1 Évaluation de l'impact	69
■ CA-23	70
■ CA-24	73
■ CA-25	74
■ CA-26	89
■ CA-27	90

■ CA-28.....	93
■ CA-29.....	94
■ CA-30.....	97
■ CA-31.....	98
■ CA-32.....	102
1.4.2 Mesures d'atténuation	110
■ CA-33.....	111
■ CA-34.....	112
■ CA-35.....	114
■ CA-36.....	117
■ CA-37, 38 et 39.....	120
1.5. Compensation.....	124
■ CA-40.....	124
■ CA-41.....	125
■ CA-42.....	126
2. Secteur des réservoirs.....	127
2.1. Évaluation de la qualité des réservoirs.....	127
■ CA-43.....	127
■ CA-44.....	138
■ CA-45.....	139
■ CA-46.....	140
■ CA-47.....	145
■ CA-48.....	151
■ CA-49.....	152
■ CA-50.....	157
■ CA-51.....	158
■ CA-52.....	159
2.2. Tributaires liées aux réservoirs.....	161
■ CA-53.....	161
■ CA-54.....	162
■ CA-55.....	162
2.3. Empiètement des ouvrages.....	165
■ CA-56.....	165
2.4. Remplissage des réservoirs.....	166
■ CA-57.....	168
2.5. Débit réservé.....	180
■ CA-58.....	180
2.6. Compensation.....	181
■ CA-59.....	181
■ CA-60.....	184
■ CA-61.....	188
■ CA-62.....	189

3. Traversées des cours d'eau	191
■ CA-63, 64 et 65	191
■ CA-66	192
■ CA-67	197
■ CA-68	198
■ CA-69	199
Questions et commentaires de Pêches et Océans Canada (milieu marin et estuarien)	200
1. Régime sédimentaire	200
■ CA-70	200
■ CA-71	203
■ CA-72	206
■ CA-73	208
■ CA-74	211
2. Habitat côtier	213
■ CA-75	213
3. Poisson	215
■ CA-76	215
■ CA-77	220
4. Communauté benthique	223
■ CA-78	223
■ CA-79	225
5. Herbiers de zostères	227
■ CA-80	227
6. Crabe des neiges	233
■ CA-81	233
■ CA-82	236
■ CA-83	247
7. Production planctonique	253
■ CA-84	253
■ CA-85	257
8. Algues toxiques	258
■ CA-86	258
Questions et commentaires de Transports Canada	263
■ CA-87	263
■ CA-88	263
■ CA-89	264
■ CA-90	264
■ CA-91	265
■ CA-92	266
■ CA-93	271
■ CA-94	275

Liste des tableaux

CA-5-1 :	Nombre de maillons à plat des chaînes d'érosion installées sur les frayères	6
CA-9-1 :	Contraintes de frottement critique pour le sable fin et les sables.....	14
CA-9-2 :	Contrainte de cisaillement au droit des frayères à saumon en période estivale	14
CA-9-3 :	Contraintes de frottement au droit des frayères à saumon en période hivernale	16
CA-12-1 :	Superficies des habitats dans le tronçon de la Romaine en aval de la centrale de la Romaine-1 – Débits de 200 et 400 m ³ /s	22
CA-12-2 :	Superficie et répartition des habitats types dans les sites d'étude pour l'alimentation des saumons juvéniles et dans l'ensemble de la Romaine en aval du PK 52.....	23
CA-15-1 :	Date à laquelle la température atteint 6 °C en aval de la centrale de la Romaine-1 – Conditions actuelles et futures	55
CA-23-1 :	Espèces présentes dans la Betsiamites en aval des ouvrages de la Bersimis-2.....	72
CA-25-1 :	Température de l'eau aux PK 51 et 16 de la Romaine – Conditions actuelles	75
CA-25-2 :	Température de l'eau aux PK 51 et 35 de la Romaine – Conditions futures	82
CA-27-1 :	Dates d'éclosion et d'émergence modélisées pour le saumon atlantique – Conditions actuelles et futures.....	92
CA-29-1 :	Nœuds de calcul utilisés pour représenter le tronçon à écoulement fluvial de la Romaine compris entre les PK 83,43 et 62,46.....	95
CA-29-2 :	Nœuds de calcul utilisés pour représenter le tronçon à écoulement fluvial de la Romaine compris entre les PK 51,5 et 13,0.....	96
CA-30-1 :	Calculs de régime thermique – Nombre de couches ayant servi à représenter la colonne d'eau de la partie profonde des réservoirs	97
CA-43-1 :	Comparaison entre les caractéristiques des réservoirs gérés par Hydro-Québec supportant une population de grand corégone au Québec et celles des réservoirs projetés.....	136
CA-44-1 :	Superficies des réservoirs au niveau d'exploitation minimal	139
CA-46-1 :	Résultat des pêches au filet de dérive effectuées à la frayère potentielle n° 1632 à l'automne 2005	141
CA-47-1 :	Biomasse relative des espèces de poissons capturées dans les lacs selon le secteur	150
CA-49-1 :	Biomasses relatives de différentes communautés de poissons dans les réservoirs voisins de la rivière Romaine.....	156

CA-55-1 :	Distance accessible pour les poissons dans les tributaires des aires d'enneigement des réservoirs projetés – Conditions actuelles.....	163
CA-55-2 :	Distance accessible pour les poissons dans les tributaires des réservoirs projetés – Conditions futures.....	164
CA-75-1 :	Comparaison des données concernant la superficie de la zone de l'embouchure de la Romaine.....	214
CA-77-1 :	Caractéristiques des stations échantillonnées dans les fosses de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute – Septembre 2004.....	220
CA-77-2 :	Résultats des pêches au filet multifilament expérimental dans les fosses de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute – 28 et 29 septembre 2004.....	221
CA-81-1 :	Crabe des neiges du chenal de Mingan – Largeurs de carapace moyennes selon le stade de développement et comparaison avec les valeurs correspondantes de la baie Sainte-Marguerite – Sexes indifférenciés.....	235
CA-81-2 :	Crabe des neiges du chenal de Mingan – Largeurs de carapace minimales et maximales selon le stade de développement.....	235
CA-82-1 :	Crabes des neiges dans le chenal de Mingan – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est inférieure à 10 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés.....	238
CA-82-2 :	Crabes des neiges dans le secteur à l'ouest de la zone d'étude – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est comprise entre 10 et 25 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés.....	240
CA-82-3 :	Crabes des neiges dans le secteur à l'est de la zone d'étude – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est comprise entre 10 et 25 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés.....	242

Liste des figures

CA-8-1 :	Turbidité mesurée aux PK 49, 46 et 34 de la Romaine entre septembre 2005 et août 2006.....	12
CA-16-1 :	Disponibilité des habitats de reproduction en fonction du débit dans l'aire restreinte de fraie située au PK 46,2 de la Romaine.....	60
CA-19-1 :	Variation des niveaux et des débits en aval de la centrale de la Romaine-1 en période hivernale – PK 48,9, 46,2 et 34,5	65
CA-32-1 :	Profondeur des isothermes sous une bouée installée dans le réservoir aux Outardes 4 (juillet 1992)	103
CA-32-2 :	Température de l'eau relevée au canal de fuite de la centrale aux Outardes-4 (avril à décembre 1992)	104
CA-32-3 :	Profil vertical de la température de l'eau du réservoir de la Romaine 2.....	107
CA-32-4 :	Température de l'eau d'un exutoire avec et sans onde interne	109
CA-36-1 :	Température de l'eau en aval de la centrale de la Romaine-1 – Conditions actuelles et futures	120
CA-57-1 :	Variante avec seuils pendant le remplissage du réservoir de la Romaine 2	171
CA-81-1 :	Crabe des neiges du chenal de Mingan – Fréquences de tailles inférieures à 25 mm obtenues par la technique NORMSEP – Sexes indifférenciés	234
CA-81-2 :	Crabe des neiges du chenal de Mingan – Fréquences de largeurs de carapace observées dans la zone d'étude en novembre 2005 (toutes les stations) – Sexes indifférenciés.....	236
CA-93-1 :	Passerelle modèle.....	271

Liste des cartes

CA-12-1 :	Habitats du PK 0 au PK 9 de la Romaine – Débit 200 m ³ /s.....	27
CA-12-2 :	Habitats du PK 10 au PK 17 de la Romaine – Débit de 200 m ³ /s.....	29
CA-12-3 :	Habitats du PK 18 au PK 25 de la Romaine – Débit de 200 m ³ /s.....	31
CA-12-4 :	Habitats du PK 26 au PK 34 de la Romaine – Débit de 200 m ³ /s.....	33
CA-12-5 :	Habitats du PK 35 au PK 47 de la Romaine – Débit de 200 m ³ /s.....	35
CA-12-6 :	Habitats du PK 47 au PK 54 de la Romaine – Débit de 200 m ³ /s.....	37
CA-12-7 :	Habitats du PK 0 au PK 9 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	39
CA-12-8 :	Habitats du PK 10 au PK 17 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	41
CA-12-9 :	Habitats du PK 18 au PK 25 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	43
CA-12-10 :	Habitats du PK 26 au PK 34 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	45
CA-12-11 :	Habitats du PK 35 au PK 47 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	47
CA-12-12 :	Habitats du PK 47 au PK 54 de la Romaine – Débit de 400 m ³ /s.....	49
CA-46-1 :	Œufs de grand corégone capturés à l'aide de filets de dérive sur la frayère confirmée du PK 81,3 en 2005.....	143
CA-82-1 :	Emplacement des traits de chalut et épaisseur des sédiments dans le secteur du delta de la Romaine.....	245
CA-83-1 :	Distribution du nombre de crabes pour les trois stades de développement (stades I, II, III).....	249
CA-83-2 :	Distribution du nombre de crabes pour les deux premières classes d'âge 251	
CA-93-1 :	Passerelle projetée au PK 15,5 de la Romaine	273

Liste des planches

CA-57-1 :	Ouvrage régulateur – Variante 2006	173
CA-57-2 :	Ouvrage régulateur – Variante 2007	177
CA-66-1 :	Pont permanent type.....	195
CA-92-1 :	Rampe de mise à l'eau type.....	267
CA-92-2 :	Estacade de sécurité type.....	269

Annexes

CA-26	Températures de l'eau et débits durant la période 1984-2003
CA-34	Modifications au chapitre 17 de l'étude d'impact Modifications aux chapitres 7 et 8 de l'étude sectorielle sur le régime thermique

Questions et commentaires de Pêches et Océans Canada (Protection de l'habitat du poisson)

1. Secteur de la rivière à débit modifié (PK¹ 0-52)

1.1. Régime de débits réservés

■ CA-1

Références : ÉI², Volume 2 (milieu physique), section 16.2.1 (gestion des débits aux aménagements de la Romaine), page 16-6
ÉI, Volume 8 (annexes), tableau F-6, page F-8

Tel qu'indiqué à la page 16-6 de l'ÉI (volume 2), « La gestion des réservoirs projetés sur la rivière Romaine a été optimisée en fonction de la production d'énergie moyenne annuelle prévue ». Le tableau F-6 (volume 8) présente les débits futurs en aval de la centrale Romaine-1 selon les différents scénarios de gestion établis.

Afin de mieux comprendre les intrants de ces prédictions, le promoteur devra :

- a) Clarifier les intrants qui permettent de prédire les débits mensuels futurs pour les mois de juin, juillet, août et septembre en aval de la centrale de la Romaine-1.
- b) Indiquer les fréquences journalières d'arrêts et de démarrage des turbines qui ont été considérées dans les prédictions effectuées.

Réponse

a) Intrants

La méthode 3 de l'étude d'impact présente la méthode utilisée pour la réalisation des études hydrologiques, dont fait partie la simulation du mode d'exploitation de l'aménagement de la Romaine-1 en conditions futures.

On a utilisé les débits journaliers mesurés aux stations 073801 et 073802 du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) de même qu'à certaines stations exploitées

[1] PK = point kilométrique

[2] EIE = Hydro-Québec 2007. Complexe de la Romaine, Étude d'impact sur l'environnement, Volumes 1 à 10. Décembre 2007. Pagination multiple.

pendant de plus courtes périodes pour reconstituer des séries d'apports hebdomadaires aux sites des quatre aménagements projetés. Outre ces séries d'apports, les simulations de la production d'énergie se sont appuyées sur les données suivantes :

- courbes de stockage des réservoirs ;
- relations niveau-débit en aval des centrales ;
- niveaux d'exploitation minimaux et maximaux des réservoirs ;
- débits réservés écologiques ;
- courbes de rendement des groupes turbines-alternateurs ;
- pertes de charge dans les circuits hydrauliques ;
- durées d'entretien des équipements de production ;
- profil de la demande d'énergie électrique au Québec, y compris l'énergie vouée à l'exportation.

Les simulations énergétiques prédisent des débits hebdomadaires turbinés et déversés ainsi que des niveaux hebdomadaires des réservoirs pour un horizon de 47 années. Les débits hebdomadaires ont été classés mensuellement et sont présentés aux tableaux F-6 à F-9, à l'annexe F de l'étude d'impact.

b) Fréquences d'arrêt et de démarrage des turbines

On a évalué les fréquences d'arrêt et de démarrage en décomposant en débits horaires les débits hebdomadaires provenant des simulations sur 47 années. Pour les mois de juin à septembre, on aurait un nombre d'arrêts et de démarrages variant entre deux et trois par semaine.

1.1.1 Période printanière

■ CA-2

*Références : ÉI, Volume 1, section 12 (aménagement de la Romaine-1), page 12-25
ÉI, Volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-69*

Le promoteur indique à la p. 12-25 de l'ÉI que « La dévalaison des smolts n'a pas été prise en compte dans l'établissement du débit réservé en période printanière, car elle est davantage liée à la photopériode et à la température de l'eau qu'au débit lui-même. La mise en place du régime de débits réservés écologiques ne causera donc pas d'impact significatif sur cette activité biologique. » De plus, le promoteur ajoute à la p. 23-69 de l'ÉI (volume 3) que « Il est généralement reconnu que la dévalaison, dans la plupart des rivières du Québec, débute lorsque l'eau des rivières atteint 6 °C. Dans la Romaine, la température ne serait pas un très bon indicateur du début de la dévalaison, qui s'amorce plutôt à des températures de 12 °C et plus, le pic étant atteint entre 13 et 15 °C ».

Le MPO est d'avis que bien que l'effet concret de l'augmentation du débit au printemps ainsi que de la décrue n'est peut-être pas démontré hors de tout doute dans la littérature, ces deux éléments sont clairement considérés dans plusieurs publications et sont identifiés comme des facteurs importants dans la dévalaison des saumoneaux (déclenchement de la période de migration, entraînement des individus, etc.).

La nécessité d'assurer un débit réservé relié à la dévalaison des saumoneaux sera analysée par le MPO en lien avec les possibilités de déversements, les débits d'exploitation durant la période de dévalaison ainsi que la finalisation de l'analyse concernant la nécessité de fournir des débits d'entretien.

Afin de poursuivre son analyse, le promoteur devra appuyer de références bibliographiques son affirmation indiquant que la dévalaison des saumoneaux dans les rivières du Québec débute autour de 6 °C.

Réponse

Selon Mills (1989), le moment de la migration chez les smolts semble principalement influencé par la température de l'eau ; la migration débute véritablement lorsque la température demeure au-dessus de 10 °C. Cet auteur rapporte cependant que des chercheurs norvégiens ont montré que la migration thalassique des smolts n'est pas déclenchée par une température précise de l'eau ou un certain nombre de degrés-jours, mais qu'elle résulte plutôt de la combinaison de l'augmentation de la température et du niveau de l'eau de la rivière au cours du printemps. Ces mêmes chercheurs n'auraient pas trouvé de corrélation significative entre la dévalaison des smolts et le débit, la turbidité ou le cycle lunaire.

La migration des smolts vers la mer se produirait principalement entre 8 et 12 °C, avec un pic à 10 °C (Jonsson, 1991). Gibson et Côté (1982) mentionnent que durant toutes les années d'observation dans la rivière Matamec, non loin de la Romaine, les smolts devenaient actifs lorsque la température atteignait un maximum quotidien de 9 °C. Dans le bassin versant de la Moisie, en 1997, l'avalaison des smolts s'est produite entre 8,5 et 12 °C dans son cours principal et entre 5 et 15 °C dans la rivière Ouapetec, l'un de ses principaux affluents au PK 106 (Proulx et coll., 1999). Les données du suivi de la dévalaison effectué entre 1994 et 1998 dans ce grand cours d'eau de la Côte-Nord révèlent que l'étendue des températures de l'eau pendant laquelle s'effectue la migration des smolts vers la mer s'insère dans cette gamme de température. Dans la Betsiamites, une rivière au débit régularisé depuis plus d'un demi-siècle, la dévalaison des smolts a lieu à des températures de l'eau variant entre 6 et 16 °C, selon des données de 2007 (Levasseur et coll., 2008).

Ces observations tirées de la documentation appuient nos conclusions à l'effet que le débit n'est pas une variable significative pour expliquer la dévalaison des smolts.

Elles renforcent notre affirmation selon laquelle la dévalaison dans les rivières de la Côte-Nord débute lorsque l'eau des rivières atteint approximativement 6 °C et plus.

Références

- Gibson, R.J., et Y. Côté. 1982. « Production de saumoneaux et recaptures de saumons adultes étiquetés à la rivière Matamec, Côte-Nord, Golfe du Saint-Laurent, Québec ». *Le Naturaliste canadien*, n° 109, p. 13-25.
- Jonsson, N. 1991. « Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers ». *Nordic Journal of Freshwater Research*, n° 66, p. 20-35.
- Levasseur, M., F. Lévesque, M. Larose et A. Côté, A. 2008. *Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Bilan des activités réalisées en 2007*. Préparé pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Québec, GENIVAR Société en commandite. 66 p. et ann.
- Mills, D. 1989. *Ecology and management of Atlantic Salmon*. New York, Chapman and Hall Ltd. 351 p.
- Proulx, M., L. Belzile, J. Therrien et F. Lévesque. 1999. *Suivi de la population de saumon atlantique (Salmo salar) de la rivière Moisie en 1997*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 45 p. et ann.

■ CA-3

Références : n/a

Avec l'information présentement disponible et l'analyse à ce jour réalisée, le MPO n'est pas en accord avec les interprétations des résultats menant à la conclusion de l'ÉI à l'effet qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un programme de crues d'entretien en aval du barrage de la Romaine-1 afin de maintenir la qualité des frayères à saumon, des écotones riverains et des abris hivernaux pour les juvéniles. Toutefois, avant de compléter son avis final sur la question et de conclure à ce sujet, le MPO a besoin d'informations complémentaires comme indiqué dans les questions/commentaires suivants.

Réponse

Les réponses qui suivent fournissent l'information supplémentaire demandée par le MPO.

■ CA-4

Références : Génivar 2007b. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique*. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

À quelques reprises dans le rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), des conclusions sont tirées à partir

de l'interprétation de photos aériennes. La forme des deltas des tributaires localisés près des frayères du PK³ 34,5 et du PK 46,2 est notamment discutée. Il y est mentionné entre autres que l'influence des tributaires sur ces frayères ne sera pas modifiée en conditions futures. Pourtant, les rapports de débits tributaires/rivière ainsi que les rapports de momentum (distribution temporelle des débits) qui influencent la dynamique sédimentaire au droit d'un delta d'un tributaire seront assurément modifiés en conditions futures suite à l'écrêtement des crues de la rivière Romaine.

De plus, au chapitre 4.4.2.2 du rapport sectoriel (Génivar 2007b), il est mentionné que l'interprétation des photos aériennes des dernières décennies ne permet pas de conclure sur une tendance à l'érosion du lit et des berges de la rivière, contrairement aux résultats des simulations des conditions actuelles au moyen du modèle GSTAR.

Le promoteur devra :

- a) Transmettre des copies des photos aériennes des dernières décennies utilisées pour leur analyse, notamment celles montrant l'évolution des deltas des tributaires situés aux droits des frayères du PK 34,5 et 46,2.
- b) Dans l'optique qu'il n'y ait pas de photographie aérienne d'année antérieure à 2004 montrant clairement les deltas des tributaires aux PK 34,5 et 46,2, le promoteur devra faire les photos aériennes des frayères au droit de ces tributaires et les comparer à celles de 2004 pour voir l'évolution des ces deltas en quatre ans.

Réponse

Les photographies aériennes disponibles sont les suivantes :

- PK 34_1967.jpg (échelle de 1 : 15 840) ;
- PK 46_1967.jpg (échelle de 1 : 15 840) ;
- PK 34_1989.tif (échelle de 1 : 15 000) ;
- PK 46_1989.tif (échelle de 1 : 15 000) ;
- PK 34_1999.jpg (échelle de 1 : 15 000) ;
- PK 46_1999.jpg (échelle de 1 : 15 000) ;
- PK 34_2001.tif (précision du pixel : 50 cm) ;
- PK 46_2001.tif (précision du pixel : 50 cm) ;
- PK 34_2004.tif (précision du pixel : 30 cm) ;
- PK 46_2004.tif (précision du pixel : 30 cm).

La version électronique de ces photographies sera transmise au MPO.

³ PK = point kilométrique

■ CA-5

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

À l'annexe 4 du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), il est mentionné que plusieurs chaînes d'érosion n'ont pas été retrouvées lors des campagnes d'échantillonnages. Selon le tableau A4-2, trois des cinq chaînes (chaîne 2 du PK 34,5 et chaînes 1 et 2 du PK 46,2) ont été retrouvées en août 2006, soit près d'un an après leur installation. Les résultats de ces trois chaînes peuvent donner des informations très pertinentes sur des événements d'érosion ou de sédimentation au droit des frayères du PK 34,5 et 46,2 pendant toute la période de l'étude.

Le promoteur devra transmettre les résultats observés pour les trois chaînes retrouvées en août 2006.

Réponse

Le tableau CA-5-1 présente les résultats fournis par les trois chaînes d'érosion susmentionnées pour la période comprise entre septembre 2005 et août 2006. Comme l'indique l'annexe 4 du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire (GENIVAR, 2007), ces résultats n'ont pas été présentés dans le rapport final parce qu'il manquait plusieurs données. On doit donc interpréter ces résultats avec précaution.

Tableau CA-5-1 : Nombre de maillons à plat des chaînes d'érosion installées sur les frayères

Frayère	Chaîne d'érosion	Campagne de terrain			
		Septembre 2005	Février 2006	Mars 2006	Août 2006
PK 34,5	Chaîne 1	16	ND	ND	ND
	Chaîne 2	16	ND	16	16
PK 46,2	Chaîne 1	16	ND	ND	16
	Chaîne 2	16	ND	ND	16

ND : non disponible parce que la chaîne n'avait pas été retrouvée.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

■ CA-6

Références : Génivar 2007b. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique*. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Parmi les éléments de la conclusion liée à la nécessité d'établir ou non un programme de débit d'entretien, le promoteur mentionne que le substrat formant les trois frayères étudiées (PK 34,5, 46,2 et 48,9) est relique datant de la dernière déglaciation et que les débits de crue actuels ne sont pas en mesure de mobiliser le pavement des frayères (Génivar 2007b).

- a) Existe-t-il des distributions granulométriques pour le substrat formant le pavement et pour le substrat sous-jacent au pavement au droit des trois frayères étudiées ? Dans l'affirmative, le promoteur devra transmettre ces informations.
- b) Lors des relevés terrains sur ces frayères, des nids reliques non nettoyés et non utilisés par les saumons ont-ils été observés ?
- c) Faire des photographies sous-marines des frayères tout juste avant la fraie automnale 2008 (juillet - août) afin de vérifier l'état des nids des fraies des années précédentes.

Réponse

a) Distributions granulométriques du substrat

Il n'existe pas de données relatives à la distribution granulométrique du pavement et du sous-pavement au droit des trois frayères étudiées.

b) Nids reliques du saumon

Les trois techniciens expérimentés en environnement de GENIVAR qui ont procédé à l'installation des appareils d'échantillonnage entre le 11 août et le 15 septembre 2005 ont confirmé avoir observé des nids reliques sur deux des trois frayères à l'étude. Le monticule caractéristique de la partie aval d'un nid de saumon n'était plus observable, mais la dépression de la partie amont du nid était encore visible. De plus, une mince couche de sédiments fins et de matière organique caractérisait la plupart des dépressions des nids reliques observés.

Plusieurs vieux nids ont été observés sur la frayère du PK 34,5, tandis qu'aucun n'a été vu sur la frayère du PK 48,9. Il faut toutefois rappeler que le substrat de cette frayère est relativement grossier, ce qui rend l'observation des nids plus difficile, et que cette frayère est beaucoup moins fréquentée par le saumon lors de la fraie que les deux autres frayères étudiées. En ce qui concerne la frayère du PK 46,2, quelques nids ont été observés dans le thalweg, en marge du delta. Par ailleurs, aucun nid n'a été observé au droit du delta, puisque le substrat, principalement constitué de gravier et de sable, y est très meuble. Il est fort probable que la forme typique des nids s'estompe rapidement dès les premiers coups d'eau.

c) Photographies sous-marines des frayères

Il n'est pas utile de procéder à des relevés photographiques sous-marins des frayères avant la fraie automnale de 2008, dans le but de vérifier l'état des nids des fraies des années précédentes. Se fondant sur de nombreuses expériences de terrain menées dans plusieurs rivières, deux techniciens expérimentés en environnement de GENIVAR affirment que ce type de relevé se solde généralement par un échec.

Le problème principal réside dans le fait que l'aspect en trois dimensions du lit de la rivière n'est pas visible sur une photographie sous-marine. De ce fait, il est difficile d'y détecter la présence d'un nid par sa forme typique (monticule et dépression). De plus, la forme du nid se modifie lors de la période d'incubation et le monticule s'atténue. Lors de la période de fraie suivante, le relief d'un vieux nid est généralement estompé à environ 70 %. Ainsi, il est très difficile de repérer un nid relique sur une photographie sous-marine.

■ CA-7

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

À la page 16 du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), il est mentionné que les cubes d'infiltration n'ont pas pu être enfouis dans la frayère du PK 48,9 puisque celle-ci était exondée lors de l'installation des appareils et pour cette raison, aucun résultat relatif aux cubes d'infiltration de cette frayère n'est présenté dans le rapport.

Pourtant, lorsqu'on analyse les données brutes de l'échantillonnage au droit des frayères présentées en annexe 5 de ce même rapport, nous constatons qu'il existe des résultats granulométriques provenant d'échantillons prélevés dans des cubes d'infiltration pour les deux zones homogènes (zones 1 et 2) prévues pour la frayère du PK 48,9 et ce pour chacune des quatre campagnes d'échantillonnage (septembre 2005, février 2006, mars 2006 et août 2006). Nous constatons également qu'un cube supplémentaire a été installé et échantillonné pour chacune des deux zones en

septembre 2005, permettant ainsi d'évaluer la variabilité de la granulométrie à l'intérieur d'une zone homogène à un instant précis.

Le promoteur devra :

- a) Discuter de la variabilité de la granulométrie à l'intérieur d'une zone homogène à un instant précis et de son impact sur l'ensemble des interprétations des données, l'analyse des résultats et les conclusions tirées au moyen des cubes d'infiltration.
- b) Revoir l'analyse des résultats et les conclusions en tenant compte des résultats granulométriques des cubes d'infiltration des zones 1 et 2 de la frayère du PK 48,9 et de la discussion précédente liée la variabilité de la granulométrie d'une zone homogène et d'une frayère.

Réponse

a) Variabilité de la granulométrie

D'abord, il n'est pas possible de discuter de la variabilité de la granulométrie à l'intérieur d'une zone homogène à partir des résultats granulométriques des cubes d'infiltration de la frayère du PK 48,9 parce qu'il ne s'agit pas de réplicats. Ensuite, cette question repose probablement sur une ambiguïté de sens à la page 16 du rapport sectoriel (GENIVAR, 2007).

b) Analyse des résultats et conclusions

À la page 16 du rapport sectoriel, on n'indique pas que les cubes n'ont pu être installés sur la frayère du PK 48,9, mais plutôt qu'ils n'ont pu être enfouis selon la méthode décrite par Levasseur et coll. (2006). En effet, il a fallu employer une autre méthode que celle qui a été utilisée pour les autres frayères parce qu'un étiage prononcé avait provoqué l'exondation du substrat au mois d'août. Les techniciens ont donc placé les cubes dans le substrat exondé, puis ont récolté des sédiments secs et les ont rincés avant de les déposer dans les cubes. L'objectif du rinçage était de reproduire l'effet de nettoyage qui se produit lorsqu'on installe les cubes dans un substrat submergé.

Les cubes supplémentaires (un par zone) ont été installés et échantillonnés en septembre, à la suite d'une crue ($676 \text{ m}^3/\text{s}$), donc en conditions de submersion normales. Cette opération avait pour but de déterminer si le rinçage des sédiments donnait les mêmes résultats que la méthode standard. L'analyse comparative a démontré que la composition granulométrique du substrat des cubes installés dans le substrat submergé (en septembre) était très différente de celle des cubes installés dans le substrat exondé (en août). Le diamètre moyen (D50) des particules des nids artificiels exondés était beaucoup plus élevé que la valeur observée dans les nids

submergés. De plus, le pourcentage des particules de taille inférieure ou égale à 2 mm était beaucoup plus faible dans les échantillons exondés. Ces résultats indiquent que le fait de rincer le substrat entraîne l'expulsion d'une trop grande quantité de sédiments fins, de sorte que le substrat résiduel est constitué principalement de particules grossières non représentatives d'un nid de saumon naturel.

Étant donné ce constat et parce qu'une analyse comparative avec les échantillons des deux autres frayères n'était pas envisageable, les résultats des analyses granulométriques de la frayère du PK 48,9 n'ont pas été intégrés dans le rapport. Seules les données brutes ont été fournies (voir l'annexe 5 du rapport sectoriel de GENIVAR, 2007).

Références

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

Levasseur, M., F. Bérubé et N. Bergeron. 2006. « A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial salmonid redds ». *Earth Surface Processes and Landforms*, n° 31, p. 526-530.

■ CA-8

Références : Génivar 2007b. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique*. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Selon les informations du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), des turbidimètres (modèle WQ 710 de Global Water inc.) ont été installés de façon permanente sur les frayères et des mesures de turbidité ont été prises deux fois par jour pendant toute l'année de l'étude. Les résultats sont présentés à la figure 3-5 du rapport sectoriel.

De septembre 2005 à mai 2006, au PK 46,2, on remarque clairement quatre pics de turbidité pouvant être associés à trois crues d'amplitude variée, soit la crue de fin novembre 2005, la crue de la mi-janvier 2006 et la crue printanière 2006. Au PK 34,5, on remarque des pics de turbidité surtout reliés à la crue printanière tandis qu'au PK 48,9, aucun pic de turbidité ne se distingue clairement.

Pour les trois stations, les données de turbidité les plus élevées ont été relevées à partir de juin jusqu'en août 2006 et elles ont même atteint la capacité maximale de l'appareil de 1000 UNT au PK 48,9 et 46,2 au cours de cette période. Or, aucun événement hydrologique ne peut être relié à ces données pendant cette période (juin à août 2006). Le promoteur émet comme hypothèse que les trois turbidimètres étaient localisés dans des conditions non représentatives des conditions moyennes de la rivière Romaine, le

turbidimètre du PK 48,9 étant situé dans un bras de rivière, et ceux des PK 34,5 et 46,2, en aval de l'embouchure de tributaires.

Le MPO émet une hypothèse différente. Puisque les données sont anormalement élevées à partir de juin 2006 jusqu'en août et puisque les turbidimètres fonctionnaient de façon autonome (ils étaient programmés et reliés à un système d'acquisition de données), le MPO croit qu'il est possible qu'aucun nettoyage des photodétecteurs n'ait été fait, du moins entre les campagnes d'échantillonnage de mars et d'août 2006, faisant en sorte d'augmenter le bruit de fond des appareils et de fausser les données récoltées par ceux-ci. D'ailleurs, selon le manuel d'opération du turbidimètre, le photodétecteur devrait être nettoyé une fois par semaine. Il est également indiqué que la calibration de l'appareil devrait être refaite à tous les 6 mois.

Le promoteur devra valider ou invalider l'hypothèse du MPO en précisant le protocole expérimental notamment celui concernant l'entretien des appareils. Dans l'affirmative, l'analyse des résultats et les conclusions devront être révisées en excluant les données de turbidité relevées au-delà de juin 2006.

Réponse

Le nettoyage des photodétecteurs n'a pas été effectué durant la période d'échantillonnage 2005-2006 principalement pour des raisons d'ordre technique.

D'abord, on était en présence d'une couverture de glace pendant plus du tiers de cette période (de la mi-décembre à la mi-avril), ce qui rendait périlleux l'accès aux appareils. Ces derniers avaient été installés à des endroits relativement profonds (environ 1,5 à 2 m de profondeur à la frayère du PK 48,9, moins de 1 m à celle du PK 46,2 et environ 2,5 m à celle du PK 34,5) afin d'éviter qu'ils ne gèlent dans la couverture de glace ou qu'ils ne soient arrachés par les glaces durant la débâcle du printemps. Dans le protocole expérimental initial, il n'était pas envisagé de plonger sous la couverture de glace pour récupérer et nettoyer les appareils, étant donné les risques élevés liés à ce type d'activité. De plus, même si le manuel d'emploi des turbidimètres suggère de nettoyer les photodétecteurs une fois par semaine, le fournisseur (Aquamerik) est d'avis qu'il faut plutôt les nettoyer au besoin ; ainsi, plus un cours d'eau est turbide, plus le nettoyage doit être fréquent.

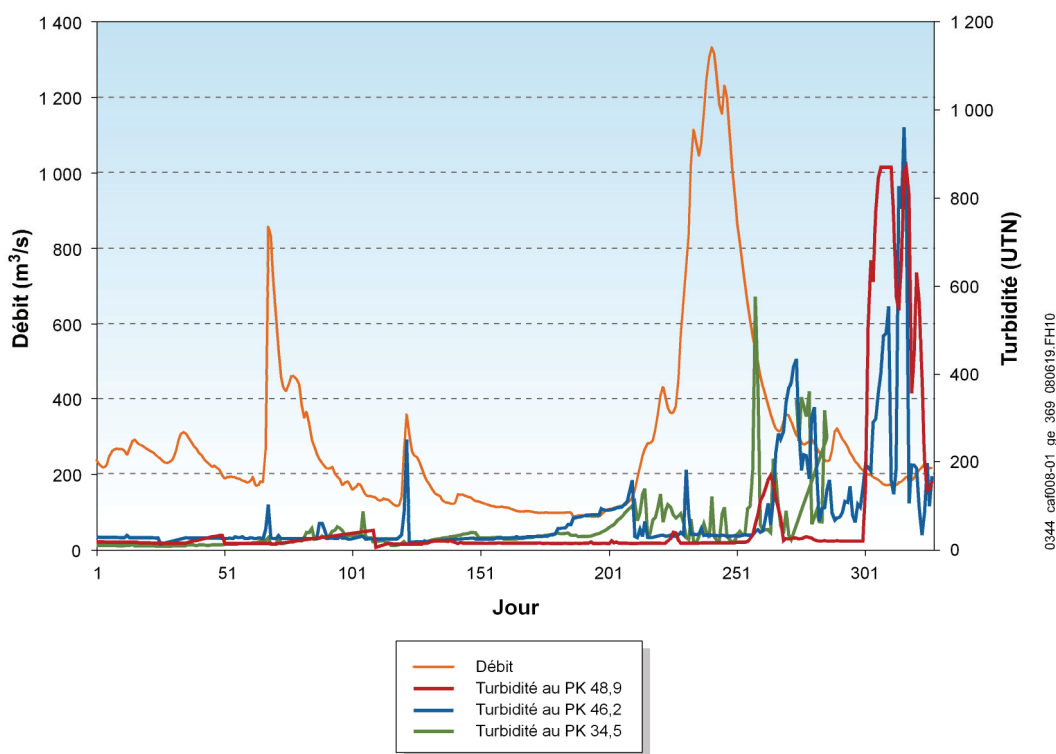
Le turbidimètre de la frayère du PK 46,2, situé dans une zone moins profonde, a été vérifié en février. Le technicien affirme que la sonde n'était pas sale, c'est-à-dire qu'on ne voyait aucun dépôt d'algues ou d'autres matières organiques sur la lentille, et que les valeurs de turbidité fournies lors de la réactivation de l'appareil étaient comparables à celles de septembre, le mois de l'installation initiale. Ainsi, les données de turbidité pour la période de septembre à la fin de mars sont considérées comme fiables et indiquent que la rivière Romaine est peu turbide.

En ce qui concerne la période qui s'étend d'avril à août, ce sont la débâcle suivie de la crue de printemps et de la décrue qui imposaient des conditions non favorables, ne permettant pas d'accéder de façon sécuritaire aux appareils. À partir de la mi-juillet, les conditions d'écoulement auraient permis d'accéder aux appareils, mais des problèmes de disponibilité de personnel (équipe de quatre plongeurs expérimentés) ont fait en sorte que la dernière campagne au terrain a été effectuée à la mi-août.

Comme le mentionne le MPO, il est probable que les données de juin à août 2006 soient associées à l'augmentation du bruit de fond des appareils, puisque ces derniers n'ont pas été nettoyés sur une longue période de temps incluant la crue de printanière, qui transporte et charrie une grande quantité de sédiments et de matières organiques pouvant salir et colmater les sondes. De ce fait, l'analyse des résultats et les conclusions du rapport sectoriel de GENIVAR (2007) ont été révisées en excluant ces données. Toutefois, cette modification n'apporte aucun changement majeur dans les principales conclusions du rapport.

La figure CA-8-1 montre les valeurs de turbidité mesurées aux PK 49, 46 et 34 entre le 18 septembre 2005 et le 10 août 2006.

Figure CA-8-1 : Turbidité mesurée aux PK 49, 46 et 34 de la Romaine entre septembre 2005 et août 2006



Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

■ CA-9

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Groupe Conseil La Salle. 2007. Projet du complexe de la Romaine – Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 46 pages + annexes

À plusieurs endroits du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), il est mentionné qu'un débit de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ est trop élevé pour permettre aux sédiments fins ($< 2 \text{ mm}$) de se déposer sur les frayères.

Par ailleurs, il est connu qu'en période hivernale, la présence de glace augmente le niveau de l'eau et ralentit par le fait même la vitesse du courant. D'ailleurs, il est indiqué à la page 22 du rapport sur le régime des glaces (Groupe Conseil Lasalle 2007) qu'à un débit de $200 \text{ m}^3/\text{s}$, le rehaussement du niveau d'eau dû aux glaces pourrait atteindre un mètre à la sortie de la centrale Romaine-1.

- a) Le promoteur devra détailler et documenter les bases sur lesquelles repose l'affirmation qu'un débit de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ est trop élevé pour permettre aux sédiments fins ($< 2 \text{ mm}$) de se déposer sur les frayères.
- b) Est-ce que cette affirmation est valable autant pour l'hiver que pour l'été, sachant que la présence de glace augmente le niveau de l'eau et ralentit par le fait même la vitesse du courant ? Préciser le tout.
- c) Quel est le rehaussement attendu au droit des frayères situées aux PK 34,5, 46,2 et 48,9 ?

Réponse

a) Conditions favorables au dépôt des sables et du sable fin

Pour que les sédiments puissent se déposer sur les frayères, la contrainte de frottement (τ_0) sur le substrat des frayères doit être inférieure à la contrainte de frottement critique (τ_c), qui correspond à la contrainte nécessaire pour la mise en mouvement des sédiments.

Le tableau CA-9-1 présente les contraintes de frottement critique pour le sable fin et les sables.

Tableau CA-9-1 : Contraintes de frottement critique pour le sable fin et les sables

Matériau	Diamètre (mm)	D ₅₀ considéré (mm)	Contrainte de frottement critique (τ_c) ^a (N/m ²)
Sable fin	< 0,125	0,089	0,12
Sables	0,125 < ϕ < 2	1	0,47 ^b

a. Tiré du tableau A8-1 de GENIVAR, 2007.

b. À titre indicatif, la contrainte de frottement critique pour un sable de 2 mm de diamètre est de 1,26 N/m² et diminue à 0,145 N/m² pour un diamètre de 0,125 mm.

b) Conditions estivales

Typiquement, le débit d'été estival est de l'ordre de 170 m³/s, ce qui correspond au débit 7Q2. Par contre, lors d'un étiage prononcé, le débit peut descendre sous 100 m³/s. En conditions futures, le débit réservé proposé pour cette période est de 170 m³/s. Le tableau CA-9-2 présente les contraintes de frottement pour les conditions actuelles en étiage prononcé et en conditions futures. Étant donné que les contraintes de frottement sont proportionnelles à la profondeur d'eau, elles sont évaluées pour les parties haute et basse des frayères.

Tableau CA-9-2 : Contrainte de cisaillement au droit des frayères à saumon en période estivale

Portion de la frayère	Contrainte de frottement (τ_0) (N/m ²)		
	PK 34,5	PK 46,2	PK 48,9
Partie haute ^a :			
conditions actuelles ^c	4,37	1,34	0,47
conditions futures ^d	5,09	1,18	2,13
Partie basse ^b :			
conditions actuelles ^c	6,60	2,74	1,34
conditions futures ^d	6,93	2,14	3,68

a. Contrainte à la mi-hauteur entre le point haut et le point bas de la frayère.

b. Contrainte au fond de la frayère.

c. Pour un débit de 100 m³/s correspondant à un étiage estival prononcé.

d. Pour un débit de 170 m³/s correspondant au débit réservé estival proposé.

De façon générale, les contraintes de frottement en conditions futures sont supérieures aux contraintes calculées pour un étiage estival prononcé. Au site du PK 46,2, la diminution du gradient hydraulique avec l'augmentation du débit fait en sorte que la contrainte de frottement diminue quelque peu en conditions futures.

Pour les sables et le sable fin, en conditions futures, les contraintes demeurent toujours supérieures aux valeurs critiques ($0,47$ et $0,12 \text{ N/m}^2$) pour la mise en mouvement de ces sédiments.

c) Rehaussement attendu au droit des frayères

Conditions hivernales

Comme le mentionne l'étude d'impact, l'étendue de la couverture de glace variera tout au long de l'hiver en fonction de la température de l'air. Elle progressera vers l'amont par temps froid et reculera vers l'aval si des épisodes de temps plus doux surviennent. L'effet de la couverture de glace sur les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement suivra donc l'évolution de son étendue. Les paragraphes qui suivent présentent l'effet sur les niveaux d'eau et les vitesses calculés pour l'hiver 1989-1990, pour lequel les dates de prise et de départ de la couverture de glace sont représentatives de ce qui se produit la plupart des hivers. Ils comparent également les vitesses et les contraintes de frottement à celles des conditions actuelles.

La glace provoquera une augmentation d'en moyenne $1,2 \text{ m}$ du niveau d'eau à la frayère du PK 34,5 de la prise des glaces, le 24 décembre, au départ de celles-ci, à la mi-mars. L'augmentation la plus importante au cours de la période atteindra $1,8 \text{ m}$ et se produira à la fin de l'hiver. Durant la même période, la vitesse d'écoulement en présence de glace représentera 56% de la vitesse qui serait mesurée en l'absence de glace pour un même débit. La vitesse la plus faible au cours de l'hiver ($0,2 \text{ m/s}$) restera au-dessus de celle des conditions actuelles, qui est de l'ordre de $0,15 \text{ m/s}$ pendant la majeure partie de l'hiver.

La frayère du PK 46,2 verra son niveau d'eau augmenter d'en moyenne $0,7 \text{ m}$, avec un maximum de $1,2 \text{ m}$. Les vitesses d'écoulement représenteront 63% des vitesses qui se produiraient sans glace. La vitesse la plus faible ($0,32 \text{ m/s}$), qui surviendra durant les quelques jours de l'hiver pendant lesquels la couverture de glace progresse vers l'amont, correspond au double de la vitesse rencontrée pendant la majeure partie de l'hiver en conditions actuelles.

Au PK 48,9, la présence de glace provoquera une hausse moyenne du niveau de $0,6 \text{ m}$; l'augmentation maximale sera de $1,0 \text{ m}$. Les vitesses d'écoulement représenteront en moyenne 78% des vitesses qui seraient mesurées en eau libre, le ratio le plus faible atteignant 67% . Cette vitesse la plus faible ($0,4 \text{ m/s}$) dépasse la vitesse de $0,18 \text{ m/s}$ qu'on rencontre en conditions actuelles de janvier à avril.

Bien que la glace provoque un rehaussement du niveau d'eau et une réduction des vitesses d'écoulement par rapport aux niveaux et aux vitesses qu'on rencontrerait pour un même débit sans glace, la vitesse d'écoulement en conditions futures restera plus élevée qu'en conditions actuelles tout au long de l'hiver, parce que le débit sera plus élevé et parce que ce rehaussement de niveau existe également en conditions actuelles.

Contraintes de frottement en période hivernale

Les contraintes de frottement pour des conditions représentatives de ce qui se produit la plupart des hivers sont présentées au tableau CA-9-3.

Tableau CA-9-3 : Contraintes de frottement au droit des frayères à saumon en période hivernale

Portion de la frayère	Contrainte de frottement (τ_0) (N/m ²)		
	PK 34,5	PK 46,2	PK 48,9
Partie haute ^a :			
conditions actuelles ^c	0,10	0,03	(voir la note ^e)
conditions futures ^d	0,44	0,32	0,20
Partie basse ^b :			
conditions actuelles ^c	0,26	0,21	0,07
conditions futures ^d	0,71	1,05	0,55

a. Contrainte à la mi-hauteur entre le point haut et le point bas de la frayère.

b. Contrainte au fond de la frayère.

c. Pour un débit de 62 m³/s représentatif de la plupart des hivers.

d. Pour un débit de 200 m³/s correspondant au débit d'une turbine à son meilleur rendement.

e. En conditions actuelles, la glace atteint le substrat de la frayère.

Pour le sable fin, la contrainte de frottement est supérieure à la contrainte de frottement critique (0,12 N/m²).

Les sables sont susceptibles de se déposer, mais seulement dans la partie haute des frayères, où les contraintes de frottement sont inférieures à la contrainte de frottement critique (0,47 N/m²).

En résumé, en période hivernale, la contrainte de frottement restera plus élevée en conditions futures qu'en conditions actuelles. La possibilité que le sable fin et les sables se déposent sera donc moins élevée qu'en conditions actuelles.

Enfin, en conditions futures, on cherchera à produire au débit qui offre le meilleur rendement de la turbine, soit 200 m³/s. Le débit réservé de 140 m³/s surviendra en cas

d'avarie à la centrale ou lorsque les réserves d'eau disponibles seront particulièrement faibles, ce qui est susceptible de se produire moins de 5 % du temps.

Références

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

Groupe-Conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement*. Rapport n° R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-Conseil LaSalle. 27 p. et ann.

■ CA-10

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Au chapitre 4.4.4 du rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (Génivar 2007b), il est indiqué que la rivière n'a pas la compétence pour mobiliser le pavement des frayères. Pour ce faire, les contraintes de frottement critiques τ_c déterminées au droit des frayères selon les équations de Julien (1998) ont été comparées aux forces tractrices τ_o calculées à différents débits avec HEC-RAS. Théoriquement lorsque τ_o dépasse τ_c , les particules sont mises en mouvement.

Pour le calcul des contraintes de frottement critiques τ_c , le D_{50} de chaque frayère a été utilisé, soit 35 mm au PK 34,5, 18 mm au PK 46,2 et 50 mm au PK 48,9.

Le promoteur devra :

- a) Préciser à partir de quelles données et comment ont été déterminés les D_{50} utilisés dans les calculs.
- b) Dans l'optique où ces D_{50} proviennent d'une moyenne d'une série d'échantillonnage, préciser la variabilité (erreur type) de ces D_{50} à chaque frayère.
- c) Dans l'optique où ces D_{50} proviennent d'un seul échantillonnage, préciser la variabilité de l'échantillon en énumérant les D_5 , D_{16} , D_{84} et D_{95} à chaque frayère.

Réponse

a) Calcul du D_{50}

Une erreur s'est glissée au tableau 4-10 du rapport sectoriel de GENIVAR (2007), à la page 56. La note (a) de bas de tableau devrait plutôt se lire ainsi : « Les valeurs de

D₅₀ proviennent des analyses granulométriques issues des nids artificiels (cubes d'infiltration). »

La valeur du D₅₀ pour les frayères des PK 34,5 et 46,2 provient de la moyenne des D₅₀ des échantillons récoltés sur chacune de ces frayères lors de la dernière campagne de terrain, soit celle d'août 2006. Cette période a été sélectionnée parce qu'elle représente les conditions de substrat les plus proches de celles d'une frayère à l'état brut, soit avant la période de fraie du saumon.

En revanche, le D₅₀ de la frayère du PK 48,9 a dû être calculé autrement afin d'être représentatif de la réalité, puisque le substrat de cette dernière est beaucoup plus grossier (présence de blocs) que celui des deux autres frayères à l'étude. De ce fait, puisque la Romaine n'a pas la compétence de transporter ces blocs, même sous la crue de printemps, les valeurs de D₅₀ issues des courbes granulométriques des échantillons de substrat récoltés en août sont sous-estimées. Afin de tenir compte de la composition granulométrique plutôt grossière de la frayère du PK 48,9, le D₅₀ moyen a été calculé à partir des courbes granulométriques des échantillons de substrat récoltés à la fin de la période d'incubation, soit en août 2006, ainsi que des échantillons récoltés au tout début de cette période, soit en septembre 2005.

b-c) Variabilité du D₅₀

La variabilité (erreur type) du D₅₀ de chacune des frayères est de 3,9 pour la frayère du PK 34,5, de 4,3 pour celle du PK 46,2 et de 15,4 pour celle PK 48,9.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

■ CA-11

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Génivar, 2006b. Complexe de la rivière Romaine – Détermination du régime de débits réservés pendant l'exploitation. Rapport sectoriel. Rapport de GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec, unité Équipement, Direction de l'Environnement et services techniques. 75 p. et annexes.

Dans le rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique, il est évalué théoriquement selon les équations de contraintes tractrices que des débits largement supérieurs à une période de récurrence de 10 000 ans (3 205 m³/s) seraient requis pour mobiliser le pavement des frayères. Le promoteur

émet donc la conclusion que la rivière n'a pas la capacité de nettoyer le substrat des frayères en condition naturelle.

Toutefois, le rapport sectoriel sur les débits réservés d'août 2006 mentionne que selon les équations de contraintes tractrices, un débit de 1 000 m³/s (récurrence ± 1 an) serait nécessaire pour mobiliser le substrat de la frayère du PK 48,9 et qu'un débit de 2 000 m³/s (récurrence ± 5 ans) pourrait mobiliser le substrat des frayères des PK 34,5 et 46,2.

Le promoteur devra expliquer d'où proviennent les différences très importantes entre les calculs présentés dans le rapport d'août 2006 et ceux de septembre 2007.

Réponse

Le rapport sectoriel sur les débits réservés daté d'août 2006 (GENIVAR, 2006) était une version préliminaire car les analyses des forces tractrices sur les frayères n'étaient pas encore terminées. En revanche, le rapport sectoriel sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique (GENIVAR, 2007) est une version finale basée sur des analyses complètes et détaillées.

Références

GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés pendant l'exploitation. Rapport sectoriel. Version préfinale*. Préparé Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 75 p. et ann.

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 84 p. et ann.

1.1.2 Période estivale

■ CA-12

Références : ÉI, Volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), tableau 23-47

Pêches et Océans Canada 2007. Lettre de Jean-Guy Jacques à Michel Bérubé (Hydro-Québec). Projet d'aménagement du complexe hydroélectrique de la Romaine : commentaires du MPO suite à la rencontre du 15 novembre 2006 portant sur le régime des débits réservés. 21 février 2007. 18 p.

Génivar 2007a. Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p. et annexes.

Génivar 2007d. Complexe de la Romaine. Faune ichthyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Tel qu'indiqué dans sa correspondance du 21 février 2007 (Pêches et Océans Canada 2007) et suite à l'analyse préliminaire de l'ensemble des informations contenues dans l'ÉI et les rapports sectoriels obtenus le 24 janvier dernier, le MPO est d'avis que les résultats des modélisations des habitats en période d'alimentation estivale ne sont pas concluants et remet en question la détermination du débit réservé basée sur cette seule évaluation.

Hypothèse de base pour la modélisation du micro-habitat

Actuellement, 92 % de la rivière possède des chenaux sablonneux, ce qui confère très peu de disponibilité à de bons habitats pour les jeunes saumons qui recherchent des zones d'eaux vives retrouvées surtout dans les seuils et les rapides. Ces deux types d'habitats représentent 12 % des zones peu profondes de moins de 1,5 m (55,7 ha) et moins de 4 % de la superficie totale disponible en aval du PK 52.

À la lumière des résultats, le MPO est d'avis que l'approche actuelle ne remplit pas l'hypothèse de base voulant qu'en protégeant des habitats de faibles profondeurs et de bonnes qualités pour les jeunes saumons, il est possible de protéger ainsi tous les habitats des autres espèces. L'approche actuelle intègre une grande quantité d'habitats de faibles profondeurs, mais dont la majeure partie est de faible qualité ce qui ne permet pas de protéger les habitats d'alimentation d'autres espèces.

Par ailleurs, le MPO est aussi d'avis que les modifications attendues du régime thermique changeraient l'utilisation de l'habitat par les juvéniles de saumon. Les courbes d'utilisation ont été créées à des températures avoisinants 18-19°C (travaux de terrains effectués du 7 au 25 août 2001). La température influence la gamme des profondeurs et des vitesses utilisée par les juvéniles de saumons et pourrait modifier les courbes d'utilisation en situation future avec un régime thermique plus froid. Ainsi, l'utilisation des courbes d'utilisation produites en condition actuelle, engendre un biais supplémentaire lors de la prédiction de la quantité d'aires pondérées utiles (APU) disponible en situation future.

Analyse du MPO

La forme atypique (de forme aplatie) de toutes les courbes retrouvée à la figure 4.1 (Génivar 2007a) couplée à la méthode de calcul LSD (Least Significant Difference) et son interprétation font en sorte que la gamme des débits optimaux couverts par ces dernières est très large. Ce constat s'explique en grande partie par le fait que des habitats sous-optimaux, comme ceux ayant un substrat de sable, ont une très grande représentativité.

Par ailleurs, une légère amélioration dans l'interprétation des résultats (figure 4-2, Génivar 2007a) a été obtenue en ne considérant que les meilleurs habitats (seuils, rapides et chenaux où la composante de sable n'est pas dominante dans le substrat) pour les

juvéniles de saumons, soit les sites B-1 (PK 34), C-1 (PK 46,0 à 47,1), D-1 (PK 48,1 à 49,0), D-2 (PK 49,0 à 50,5) et D-3 (PK 50,5 à 51,1).

Pour la plupart des meilleurs sites choisis, on constate toutefois que la modélisation ne permet toujours pas de déterminer un débit réservé adéquat, principalement dû au fait qu'à l'intérieur des différentes sections modélisées, on retrouve une proportion importante d'habitats de type chenal, peu propice aux juvéniles de saumons. Par contre, le tronçon C-1 renferme une plus grande proportion de seuils et le résultat des APU calculées (figure 4-2, Génivar 2007) pour ce site produit une courbe plus représentative des effets de la modification des débits sur un habitat de juvénile de saumons. Ici, l'APU maximum (APU_{max}) est observée à un débit compris entre 150 et 200 m³/s. Selon le critère de décision utilisé par le promoteur, soit 0,9APU_{max}, la valeur de débit réservé requis serait alors d'environ 107 m³/s.

Dans le cas de la protection des habitats d'alimentation d'une espèce en difficulté comme le saumon atlantique, le MPO privilégie une approche prudente et favoriserait, dans le cas où toutes les hypothèses et données de base sont satisfaisantes pour faire une modélisation de micro-habitats, un débit permettant de maintenir le nombre d'APU maximum.

Selon les informations actuellement disponibles, la période d'alimentation des espèces, principalement les juvéniles de saumons, a été établie entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre. Le débit qui protège adéquatement le site C-1, soit entre 150 m³/s et 200 m³/s, représente respectivement pour ces deux limites, 53 % et 70 % du débit médian (284 m³/s) de cette période. De plus, le débit de 150 m³/s représente entre 44,7 % et 61,7 % du débit médian des mois de juillet, août et septembre (entre 59,7 % et 82,3 % pour 200 m³/s).

Conclusion du MPO

Le MPO est d'avis que malgré certaines limites dans l'interprétation des résultats de la modélisation, l'utilisation des résultats de la section C-1 (PK 46,0 à 47,1), soit un débit entre 150 et 200 m³/s, soit celui de 170 m³/s obtenus initialement, permettrait d'assurer un débit réservé minimal durant la période d'alimentation des espèces lors des différents remplis sages (2014 à 2020) ainsi que lors des périodes de faibles hydraulicités en période d'exploitation.

Par ailleurs, le MPO demeure d'avis que la réflexion sur les enjeux de la période estivale doit porter sur les possibilités d'atténuation et de compensation (pertes du tronçon court-circuité de la Romaine-1) liées à la création d'habitats d'alimentation pour les jeunes saumons (habitat limitant dans la rivière Romaine), la diminution des risques d'échouage en période de gestion de pointe ainsi que la réduction des effets de la modification du régime thermique sur les espèces présentes.

Afin de compléter la réflexion sur les débits estivaux en période de remplissage et d'exploitation, le promoteur devra :

- a) Produire une cartographie, tel que présenté aux cartes 5-1 à 5-6 (Génivar2007d), avec une représentation des superficies mouillées (<1,5 m et >1,5 m) aux débits de 200 m³/s et 400 m³/s.
- b) Produire un tableau présentant les superficies aux débits de 200 m³/s et 400 m³/s tel que celui présenté au tableau 23-47 de l'ÉI (volume 3).

Réponse

Les cartes CA-12-1 à CA-12-12 montrent les superficies mouillées (jusqu'à 1,5 m et à plus de 1,5 m de profondeur) aux débits de 200 et de 400 m³/s. Les superficies aux débits de 200 et de 400 m³/s sont indiquées au tableau CA-12-1.

Tableau CA-12-1 : Superficies des habitats dans le tronçon de la Romaine en aval de la centrale de la Romaine-1 – Débits de 200 et 400 m³/s

	Habitat type												Total selon la profondeur d'eau		Total global
	Ba1	Ba2	Ca	Ch1	Ch2	Ch3	Ct	Ra1	Ra2	Se1	Se2	Se3	> 1,5 m	≤ 1,5 m	
Tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 à un débit de 200 m³/s															
Superficie (ha)	33,4	0,2	0,0	12,9	148,8	1 162,4	2,3	4,1	0,6	4,1	4,4	41,7	957,2	457,7	1 414,8
Proportion (%)	2,4	<0,1	0,0	0,9	10,5	82,2	0,2	0,3	<0,1	0,3	0,3	2,9	67,7	32,3	100,0
Tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 à un débit de 400 m³/s															
Superficie (ha)	34,2	0,2	0,0	13,1	152,4	1 310,9	4,2	4,1	0,6	4,3	5,1	46,9	1278,3	297,9	1 576,2
Proportion (%)	2,2	<0,1	0,0	0,8	9,7	83,2	0,3	0,3	<0,1	0,3	0,3	3,0	81,1	18,9	100,0

Le texte qui suit donne des précisions relatives à certains commentaires exprimés par le MPO en préambule de la question.

Forte proportion d'habitats de faible qualité dans les sites d'étude pour l'alimentation

Le MPO est d'avis que « l'approche actuelle ne remplit pas l'hypothèse de base voulant qu'en protégeant des habitats de faibles profondeurs et de bonnes qualités pour les jeunes saumons, il est possible de protéger ainsi tous les habitats des autres espèces. L'approche actuelle intègre une grande quantité d'habitats de faibles

profondeurs, mais dont la majeure partie est de faible qualité ce qui ne permet pas de protéger les habitats d'alimentation d'autres espèces. »

La présence d'habitats sous-optimaux est inévitable dans les sites d'étude utilisés pour déterminer les débits réservés en période d'alimentation. Ces habitats sont omniprésents dans la rivière.

Il est utile de mentionner que les bons habitats pour les salmonidés (seuils et rapides) sont légèrement surreprésentés dans les sites d'étude. En effet, ils représentent 8,1 % de la superficie totale des quatre sites, tandis qu'ils occupent moins de 3,8 % de la superficie totale de la rivière entre l'embouchure et le PK 52 (voir le tableau CA-12-2).

Il faut également rappeler que les pêches de 2001 ont clairement démontré que les saumons juvéniles utilisent réellement les chenaux à dominance de sable (habitat non optimal) dans la Romaine. Même si les densités dans ces habitats ne sont pas élevées, l'abondance de ce type de milieu dans la rivière, en aval du PK 52, est telle que ces habitats contribuent pour une part importante à la production salmonicole. C'est pourquoi ils doivent être considérés dans l'analyse. Le modèle d'habitat d'alimentation (voir les figures 3-2 et 3-3 de GENIVAR, 2007) tient d'ailleurs compte des captures effectuées dans les moins bons habitats.

Tableau CA-12-2 : Superficie et répartition des habitats types dans les sites d'étude pour l'alimentation des saumons juvéniles et dans l'ensemble de la Romaine en aval du PK 52

Tronçon de la Romaine	Habitat type												Total
	Ba-1	Ba-2	Ca	Ch-1	Ch-2	Ch-3	Ct	Ra-1	Ra-2	Se-1	Se-2	Se-3	
PK 16,2 à 22	0	0	0	0	49,43	166,66	0	0	0	0	0	0	216,09
PK 33,6 à 34,9	1,63	0	0	0	5,67	11,49	0,15	0,21	0	0	0,70	0,58	20,42
PK 44,8 à 47,2	0	0	0	0,30	0,78	45,42	0	0	0	0	0,09	22,61	69,21
PK 48,2 à 51,1	0	0	0	1,48	28,34	4,83	0	0	0,13	2,11	1,07	0,38	38,34
Total – sites d'étude (ha)	1,63	0,00	0,00	1,78	84,22	228,40	0,15	0,21	0,13	2,11	1,86	23,56	344,05
<i>Proportion (%)</i>	<i>0,47</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,52</i>	<i>24,48</i>	<i>66,38</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,04</i>	<i>0,61</i>	<i>0,54</i>	<i>6,85</i>	<i>100,00</i>
Total –aval du PK 52 (ha)	74,6	15,9	7,1	38,6	266,4	1 494,1	5,3	8,7	0,9	4,2	6,8	52,9	1 975,50
<i>Proportion (%)</i>	<i>3,8</i>	<i>0,8</i>	<i>0,4</i>	<i>1,95</i>	<i>13,5</i>	<i>75,6</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>2,7</i>	<i>100,15</i>

Influence de la température

Le MPO est aussi d'avis « que les modifications attendues du régime thermique changeraient l'utilisation de l'habitat par les juvéniles de saumon. Les courbes

d'utilisation ont été créées à des températures avoisinants 18-19°C (travaux de terrains effectués du 7 au 25 août 2001). La température influence la gamme des profondeurs et des vitesses utilisée par les juvéniles de saumons et pourrait modifier les courbes d'utilisation en situation future avec un régime thermique plus froid. Ainsi, l'utilisation des courbes d'utilisation produites en condition actuelle, engendre un biais supplémentaire lors de la prédiction de la quantité d'aires pondérées utiles (APU) disponible en situation future. »

La température influe certainement sur l'utilisation de l'habitat chez les salmonidés. Cependant, cette influence a des limites. Selon la documentation disponible, il existe deux seuils critiques dans la relation entre l'habitat et la température.

D'abord, il y a un premier seuil critique autour de 7 à 10 °C. En deçà de ce seuil, les salmonidés juvéniles ont tendance à adopter un comportement cryptique. Ils se réfugient dans les interstices du substrat, vraisemblablement en raison du fait que la chute de la température abaisse leur capacité natatoire. Ce comportement a d'ailleurs fait l'objet de plusieurs descriptions dans la documentation scientifique, dont la plus complète est certainement celle de Rimmer et coll. (1984).

Ce comportement cryptique est observé en automne, lorsque la température de l'eau et la photopériode sont à la baisse. Les jeunes salmonidés s'enfouissent dans le substrat et peuvent aussi se déplacer vers d'autres secteurs plus profonds, quittant ainsi les zones de rapides et de seuils pour les fosses. Il s'agit effectivement d'un changement d'habitat, mais qui se produit après la période d'alimentation estivale. À l'inverse, au moment du réchauffement de la température de l'eau au printemps, les juvéniles sortent de leurs refuges hivernaux pour commencer leur période d'alimentation estivale.

Le second seuil critique s'établit à environ 24 °C, température à laquelle les saumons cessent de s'alimenter (Elliot et Hurley, 2003). Cette température est très proche de la température létale de l'espèce, qui est de 27 °C (Garside, 1973).

Entre ces deux seuils critiques, on considère que la température est propice à l'alimentation des juvéniles. La documentation consultée ne fait état d'aucune relation claire entre l'habitat et la température. Certains auteurs mentionnent que la température optimale pour l'alimentation se situe à 17-18 °C (Javord et Anderson, 1967 ; Elliot et Hurley, 2003), mais cet optimum n'est pas associé à l'utilisation d'habitats différents de ceux des autres températures. Il s'agit plutôt de la température optimale pour l'espèce sur le plan physiologique.

Des changements d'habitat peuvent certainement se produire durant l'alimentation, mais ils sont liés à des facteurs autres que la température, comme les variations de débit, qui peuvent rendre des lieux moins propices à l'alimentation au profit d'autres secteurs et vice versa.

En conditions futures, il y aura une légère modification du régime thermique. Entre juin et octobre, les eaux seront plus froides d'environ 2 °C en moyenne par rapport aux conditions actuelles. Toutefois, la gamme des températures propices à l'alimentation sera atteinte un peu plus souvent. En effet, le nombre de jours où la température sera supérieure à 7,8 °C (limite inférieure des températures propices à l'alimentation selon le modèle utilisé pour étudier la croissance de juvéniles) est de 142 jours en conditions actuelles et sera de 151 jours en conditions futures.

En conséquence, nous sommes d'avis que le modèle d'habitat développé pour l'alimentation est applicable tant aux conditions actuelles qu'aux conditions futures.

Références

- Elliot, J.M., et M.A. Hurley. 2003. « A new functional model for estimating the maximum amount of invertebrate food consumed per day by brown trout (*Salmo trutta*) ». *Freshwater Biology* n° 39, p. 339-349.
- Garside, E.T. 1973. « Ultimate upper lethal temperature of Atlantic salmon *Salmo salar* » L. *Can. J. Zool.*, n° 51, p. 898-900.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 94 p. et ann.
- Javold, M.Y., et J.M. Anderson. 1967. « Thermal acclimate and temperature selection in Atlantic Salmon, *Salmo salar*, and rainbow trout, *S. gairdneri* ». *J. Fish. Res. Board Can.*, n° 24, p. 1507-1513.
- Rimmer, D.M., U. Paim et R.L. Saunders. 1984. « Automnal habitat shift of juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river ». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, n° 40, p. 671-680.

1.1.3 Période automnale

■ CA-13

Références : Génivar 2002. Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1 – Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001. Rapport présenté à la direction Environnement et services techniques, Hydro-Québec par le Groupe conseil GENIVAR. 119 p. et 10 annexes.

L'annexe 8 de Génivar (2002) indique les profondeurs, vitesses et substrat des différents nids de saumons retrouvés dans la rivière Romaine. Ces données ont été utilisées pour construire des courbes d'utilisation de l'habitat permettant la modélisation des débits nécessaires pour la période de fraie.

Les données de 1999 et 2001 indiquent que le sable n'est retrouvé que dans les nids situés au PK 5 1,5, que les nids du PK 34,5 sont les seuls à montrer des profondeurs plus grandes que 2,5 m et que sur un total de 158 nids, 47 ont été observés en ne caractérisant que le substrat sans que la profondeur et la vitesse n'aient été notées.

Afin de clarifier l'utilisation des différents sites de fraie par le saumon, le promoteur devra spécifier si :

- a) Les données utilisées pour construire les courbes d'utilisation sont celles de 1999 et 2001, ou de 2001 seulement ?
- b) Les nids du PK 51,5 ont-ils été utilisés pour construire les courbes de substrat ?
- c) Compléter les données manquantes de profondeurs et de vitesses pour les 47 nids précédemment mentionnés. Le cas échéant, indiquer pourquoi ces données ne peuvent être fournies.

Réponse

Le modèle d'habitat pour la reproduction du saumon atlantique a été construit en utilisant les données de 1999 et de 2001.

Les données provenant des nids du PK 51,5 ont été utilisées pour construire les courbes de substrat.

Les données manquantes dans l'annexe 8 du rapport de GENIVAR (2002) n'ont pas été enregistrées lors des relevés de terrain. Elles ne peuvent donc pas être fournies. Il faut rappeler que les relevés de 1999 et de 2001 avaient pour objectif principal de déterminer les aires de fraie et de dénombrer les nids. Ils n'avaient pas pour but de construire un modèle d'habitat pour la reproduction du saumon. Les données disponibles ont simplement été utilisées après coup pour construire le modèle d'habitat, car elles étaient adéquates. Ainsi, les valeurs de vitesse, de profondeur et de

caractérisation du substrat étaient des données accessoires lors des relevés de terrain. Les conditions d'échantillonnage sur le terrain n'ont pas permis de prendre systématiquement toutes les données sur tous les nids.

Référence

GENIVAR Groupe Conseil. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 119 p. et ann.

■ CA-14

Références : ÉI, Volume 1, section 12 (aménagement de la Romaine- 1), page 12-22

ÉI, Volume 2 (milieu physique), section 16 (hydraulique, hydrologie et hydrodynamique), page 16-14

ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), p. 23-150

ÉI, Volume 8, annexe F, tableau F-6

Le MPO réitère son appui à la proposition contenu à la p. 12-22 de l'ÉI (volume 1), concernant la stabilité du débit en période de fraie du saumon atlantique : « ...il est proposé de maintenir constant le débit de 200 m³/s durant toute la période de reproduction (environ un mois) afin d'éviter le dérangement des géniteurs durant leurs activités de reproduction. En effet, des auteurs ont signalé que les variations de débit durant la fraie pouvaient perturber le creusage des nids et la ponte des œufs (Burt et Mundie, 1986). Les géniteurs ont tendance à abandonner les nids qu'ils creusent lorsque les variations de débit sont subites et considérables. Enfin, le maintien d'un débit constant de 200 m³/s durant la fraie élimine le risque d'exondation des œufs durant l'hiver. »

Par ailleurs, le promoteur indique à la p. 16-14 de l'ÉI (volume 2) que la centrale de la Romaine-1 sera exploitée avec « un débit de 200 m³/s entre le 16 octobre et le 15 novembre ; cette valeur pourra toutefois être dépassée si les risques de déversement sont importants. ». De plus, le promoteur indique à la p. 23-150 de l'ÉI (volume 2) que « De plus, les frayères aménagées aux PK 51, 49 et 45 permettront d'accueillir les saumons, qui seront plus nombreux à franchir les chutes à Charlie. Ces frayères seront aménagées pour être utilisables sous différents débits, de telle sorte qu'elles assureront le succès de la reproduction de l'espèce quelles que soient les conditions pendant la fraie. »

Le tableau F-6 de l'annexe F (volume 8) indique, pour la période d'octobre et de novembre, que des débits plus élevés que celui proposé pour cette période pourraient être rencontrés de façon régulière.

Le MPO est d'avis que le maintien d'un débit constant sur les frayères actuelles doit être le principal critère considéré dans l'exploitation de la centrale de la Romaine-1. Ainsi, en cas de dépassement du débit réservé pendant la période de fraie du saumon, le principe évoqué par le promoteur concernant la stabilité du débit devrait également être appliqué.

Le MPO est toutefois conscient que des déversements importants pourraient survenir durant cette période et que le maintien des débits à un niveau constant dépendra de l'ampleur des déversements rencontrés.

Par conséquent, les détails de conception des frayères aménagées devront d'abord optimiser les conditions de fraie en fonction des débits prescrits et ensuite permettre la fraie en cas de déversements à cette période.

<p>Le promoteur devra préciser sa position sur le sujet et proposer des critères d'application en mode d'exploitation permettant d'assurer un débit constant durant la période de fraie du saumon qui tiendrait compte des possibilités de déversements.</p>
--

Réponse

Le tableau F-6 de l'étude d'impact présente les débits hebdomadaires classés mensuellement. On y voit que les débits hebdomadaires entre le 15 octobre et le 15 novembre présentent moins de variabilité qu'entre le 1^{er} et le 31 octobre. Néanmoins, certaines années, une forte crue d'automne dans le bassin de la Romaine pourrait faire en sorte que le débit en aval de l'aménagement de la Romaine-1 dépasse 200 m³/s en octobre. La réserve disponible à ce moment indiquera le risque que cela se produise. D'après les débits d'automne, les débits turbinés devraient être augmentés aux quatre centrales si la réserve disponible aux trois réservoirs est inférieure à 220 hm³, ce qui se produira lorsque le niveau du réservoir de la Romaine 4 dépassera 457,7 m et que les deux autres auront atteint leur cote maximale. Selon les estimations, la mise en opération d'un second groupe à la centrale de la Romaine-1 pour absorber une crue d'automne pourrait se produire avec une fréquence d'une année sur dix, pendant une période déterminée, selon l'importance des surplus d'eau à turbiner à ce moment ; on estime que la durée d'un tel événement pourrait être de une semaine à près d'un mois, dans un cas extrême.

Le bassin versant de la Romaine réagit rapidement aux événements de précipitations, et les fortes crues d'automne ne peuvent être prévues plusieurs jours à l'avance. Aussi, si une telle crue se présente après le début de la période de fraie, à un moment où la réserve disponible n'est pas suffisante, l'augmentation du débit turbiné sera inévitable. Il sera quand même possible, après augmentation du débit, de le maintenir stable, mais à une valeur plus élevée. Cette situation devrait survenir environ une année sur dix.

■ CA-15

Références : *Pêches et Océans Canada 2007. Lettre de Jean-Guy Jacques à Michel Bérubé (Hydro-Québec).
Projet d'aménagement du complexe hydroélectrique de la Romaine : commentaires du MPO suite
à la rencontre du 15 novembre 2006 portant sur le régime des débits réservés. 21 février 2007.
18 p.*

Tel que l'indiquait le MPO dans sa correspondance du 21 février 2007 (Pêches et Océans Canada 2007) : « Les différentes périodes de débits réservés sont délimitées par des dates statiques qui ne suivront aucune modulation interannuelle. Ainsi, le déclenchement de chaque phase serait identique d'année en année, ce qui pourrait, dans certains cas, mal coïncider avec les phases biologiques réelles conditionnées par le climat de l'année en cours.

Le MPO est d'avis que cet aspect devient notamment important pour la période de fraie du saumon en raison de différences interannuelles dans l'hydraulicité au mois d'octobre et des changements que cela pourrait induire sur le mode d'exploitation ainsi que des différences de températures de l'air pouvant engendrer des modulations de la température de l'eau (surtout au PK 34,5) et par conséquent le déclenchement et la progression de la fraie.

Le promoteur devra discuter et proposer des modulations interannuelles dans la période de fraie du saumon en lien avec le maintien d'un débit réservé constant, qui tiendrait compte des variations interannuelles du climat durant cette période.

Réponse

Le saumon atlantique se reproduit lorsque la température de l'eau passe sous la barre d'environ 6° C à l'automne. En moyenne, cette température sera atteinte le 31 octobre au PK 16 et le 2 novembre au PK 51,5, comparativement au 16 octobre en conditions actuelles (voir le tableau CA-15-1). La reproduction du saumon sera par conséquent retardée d'une dizaine de jours, comme l'indique la section 23.2.3 de l'étude d'impact. C'est pourquoi le débit réservé d'automne s'appliquera du 16 octobre au 15 novembre.

En conditions futures, la date à laquelle la température atteindra 6 °C pourrait varier de 18 jours au PK 51,5 et de 15 jours au PK 16 (voir le tableau CA-15-1). La période d'application du débit réservé d'automne (du 16 octobre au 15 novembre) englobe cette variabilité. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir une modulation interannuelle de la période d'application du débit réservé d'automne.

**Tableau CA-15-1 : Date à laquelle la température atteint 6 °C en aval de la centrale de la Romaine-1
– Conditions actuelles et futures**

Année	Conditions actuelles	Conditions futures	
	PK 0 à 52	PK 51,5	PK 16
1984	16 oct.	02 nov.	01 nov.
1985	15 oct.	31 oct.	29 oct.
1986	11 oct.	24 oct.	24 oct.
1987	23 oct.	01 nov.	31 oct.
1988	15 oct.	02 nov.	31 oct.
1989	20 oct.	03 nov.	03 nov.
1990	17 oct.	26 oct.	25 oct.
1991	20 oct.	05 nov.	05 nov.
1992	18 oct.	02 nov.	31 oct.
1993	09 oct.	24 oct.	24 oct.
1994	15 oct.	11 nov.	08 nov.
1995	18 oct.	03 nov.	01 nov.
1996	11 oct.	05 nov.	02 nov.
1997	23 oct.	06 nov.	28 oct.
1998	16 oct.	07 nov.	06 nov.
1999	15 oct.	05 nov.	28 oct.
2000	11 oct.	02 nov.	29 oct.
2001	23 oct.	08 nov.	07 nov.
2002	15 oct.	01 nov.	29 oct.
2003	20 oct.	—	—
Date moyenne	16 oct.	02 nov.	31 oct.
Date la plus hâtive	09 oct.	24 oct.	24 oct.
Date la plus tardive	23 oct.	11 nov.	08 nov.
Variabilité (jours)	14	18	15

■ CA-16

Références : ÉI, volume 1, section 12 (aménagement de la Romaine-1), page 12-19

ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-149

Compte-rendu de réunion Complexe de la Romaine : Réunion sur les débits réservés et le remplissage de la Romaine-2. 19 septembre 2007.

Génivar 2007a. Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport Sectoriel, Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p et annexes.

Le promoteur propose à la p. 12-19 de l'ÉI (volume 1) : « Compte tenu de la grande disparité des besoins en débit d'une frayère à l'autre, une approche mixte de débit réservé et d'aménagement a été retenue. Le débit réservé est ainsi fixé à 200 m³/s plutôt qu'à 242 m³/s durant la période de reproduction. Ce débit de 200 m³/s, qui correspond au débit optimal d'une turbine, permet de maintenir tout près de 100 % des habitats disponibles à la frayère du PK 34,5, qui est la plus fréquentée par le saumon. Toutefois, il entraîne une réduction de la disponibilité des habitats de fraie aux PK 46,2 et 48,9 par rapport aux conditions moyennes durant la période de reproduction. Afin d'assurer la même disponibilité d'habitat à 200 m³/s qu'au débit médian durant la fraie en conditions actuelles, il est proposé d'aménager des frayères aux PK 49 et 45, soit à proximité des frayères existantes ».

Tel que mentionné par le MPO lors de la rencontre du 19 septembre 2007, cette proposition du promoteur décrite plus haut, n'est pas une option qui correspond à la démarche entreprise pour atténuer au maximum les impacts du projet sur les habitats de fraie existants.

La précarité des populations de saumon atlantique, la valeur de cette espèce pour les communautés locales (pêche sportive et autochtone) ainsi que la faible disponibilité actuelle de frayères dans la rivière Romaine, amène le MPO à favoriser un scénario permettant d'assurer la pérennité des frayères actuelles avant d'anticiper la création de nouveaux habitats de reproduction.

Tout comme dans le cas de la protection des habitats d'alimentation, le MPO privilégie une approche prudente et favorise, pour la protection des habitats de fraie, dans le cas où toutes les hypothèses et données de base sont satisfaisantes pour faire une modélisation de micro-habitats, un débit permettant de maintenir le nombre d'APU maximum.

Résultats de la modélisation

Les résultats, présentés dans Génivar (2007a), montrent clairement la dichotomie entre les frayères en amont du PK 35 et celle du PK 34,5 de même que l'influence des critères de décision dans l'évaluation des débits permettant de maintenir un nombre satisfaisant d'APU. Ainsi en ne considérant que les meilleurs habitats, les débits

nécessaires pour optimiser la disponibilité d'habitats de fraie évalués selon la méthode 0,9 APUmax seraient de l'ordre de 96 m³/s, 386 m³/s et 214 m³/s pour la frayère des PK 34,5, 46,2 et 48,9 alors qu'ils seraient de 170 m³/s, 480 m³/s et 300 m³/s pour ces mêmes frayères lorsqu'évalué à l'APUmax. Ces différents résultats montrent les limites de la modélisation du micro-habitat et la très grande influence du choix des critères de décision dans l'évaluation des débits.

Par ailleurs, les différentes modélisations ont été effectuées en regroupant, comme données de base pour construire les courbes d'utilisation, l'ensemble des données d'utilisation (position des nids) pour tous les sites. Cette hypothèse de base serait valable dans un contexte où les sites de fraie utilisés étaient similaires, ce qui n'est pas le cas pour les trois sites dans la rivière Romaine.

Ainsi, les différentes limites dans l'interprétation des résultats de la modélisation des micro-habitats incitent le MPO à utiliser l'ensemble des informations disponibles permettant d'orienter sa décision concernant la détermination d'une valeur de débit réservé assurant la protection de la fraie automnale.

Analyse du MPO

L'annexe 12 de Génivar (2007a), montre que pour la frayère du PK 34,5 (annexe 12-1 et 12-2), les meilleurs habitats sont représentés par l'indice global (IG) plus élevé que 0,8 puisque la zone représentée par un IG entre 0,7 et 0,8 correspond à des habitats ayant une bonne proportion de sable (carte A6-1, Génivar 2007a) et qui ne seront jamais utilisés pour la fraie du saumon. Les débits de 200, 242 et 300 m³/s montrent une disponibilité d'habitats de fraie assurant le maintien des habitats optimaux avec de meilleurs résultats à 200 m³/s. Ces résultats sont attribuables à la grande profondeur de la frayère, où le substrat en place est de bonne qualité et n'a que peu d'effet sur les résultats de la modélisation, mais où la profondeur reste optimale entre 1 et 3 m étant donné l'utilisation d'une courbe mixte Romaine-Moisie (figure 3-6, Génivar 2007a). Par contre, un débit de 400 m³/s occasionne des profondeurs plus grandes que 3 m, ce qui engendre une réduction marquée de la qualité des habitats alors disponibles.

Pour la frayère du PK 46,2 (annexe 12-3 et 12-4), les meilleurs habitats sont représentés par les IG plus grands que 0,7 dans les secteurs en bordure du tributaire qui se jette au droit de la frayère. Les habitats au pourtour de la frayère sont constitués d'une grande proportion de sable et de gravier où aucune fraie n'a été recensée. Les débits de 200, 242, 300 et 400 m³/s montrent une disponibilité d'habitats de fraie assurant le maintien des habitats optimaux avec les meilleurs résultats à un débit de 400 m³/s et les plus faibles résultats au débit de 200 m³/s. Ce résultat (400 m³/s) est attribuable au fait qu'une zone de fraie apparaît en rive gauche avec une augmentation de la profondeur et la présence de graviers et cailloux dans le substrat. Par contre, aucune fraie n'a été documentée dans ce secteur lors des différents inventaires.

Finalement, pour la frayère du PK 48,9 (annexe 12-5 et 12-6), les meilleurs habitats sont représentés par l'indice global (IG) plus élevé que 0,8 puisque la zone représentée par un IG entre 0,7 et 0,8 correspond à des habitats ayant une certaine proportion de sable (carte A6-3, Génivar 2007a) malgré la présence de substrat de galet, de caillou et de gravier pouvant être propice à la fraie. Par ailleurs, ces différents habitats sont situés en grande partie dans la portion gauche de la rivière, à l'est de l'île, où aucune fraie n'a été répertoriée dans les différentes campagnes d'inventaires. La modélisation des micro-habitats aux différents débits modélisés, soit 200, 242, 300 et 400 m³/s, ne permet pas de caractériser la disponibilité des habitats de fraie à l'ouest de l'île, là où des nids ont été retrouvés en 1999 et 2001. Seul le débit de 400 m³/s montre une certaine disponibilité reliée aux nids retrouvés en 2001, ce qui était d'ailleurs le cas lors des inventaires (26 octobre au 8 novembre) où les débits ont atteint 404 m³/s le 28 octobre. De la même façon, des débits de 498 m³/s (16 octobre) et de 516 m³/s (6 novembre) ont permis le recensement de quelques nids lors de la campagne de 1999. Il faut souligner que la présence d'un seuil aux environs du transect du PK 48,96 influence la portion du débit qui transite de part et d'autre de l'île et influence ainsi la disponibilité de cette frayère qui ne peut être utilisée actuellement qu'à un débit égal ou supérieur à environ 400 m³/s.

Conclusion du MPO

À la lumière des informations disponibles, le MPO est d'avis que le secteur en amont des chutes à Charlie deviendrait plus accessible lors de l'exploitation du complexe Romaine, tout comme le promoteur le mentionne à la p.23-149 de l'ÉI (volume 2) : « Le débit sera régularisé toute l'année (sauf durant les déversements occasionnels) et variera entre 200 et 400 m³/s environ. Le niveau d'eau fluctuera constamment au cours d'une même journée, alors que cela ne se produit que pendant les crues actuellement. [...] En conséquence, les saumons pourront non seulement franchir plus facilement les trois obstacles présents sur leur parcours de montaison, notamment les chutes à Charlie (PK 35), mais ils migreront plus rapidement vers l'amont en conditions futures. »

Par conséquent, la proportion d'adultes frayant sur la frayère du PK 34,5 pourrait diminuer alors que celle des frayères des PK 46,2 et 48,9, ainsi que celles qui pourraient être aménagées, pourrait augmenter.

Étant donné que :

- les débits supérieurs à 400 m³/s rendent disponible la frayère du PK 48,9, mais diminue la qualité et la disponibilité des frayères des PK 34,5 et 46,2 ;
- un débit entre 300 m³/s et 400 m³/s assure les meilleures conditions de protection pour la frayère du PK 46,2, réduit la disponibilité de la frayère du PK 34,5 mais rend inutilisable celle du PK 48,9 ;

- un débit inférieur à 300 m³/s réduit la disponibilité et la qualité de la frayère du PK 46,2, optimise la disponibilité de la frayère du PK 34,5 mais rend inutilisable celle du PK 48,9 ;

Le MPO est d'avis que le débit pendant la période de reproduction du saumon atlantique devra être optimisé entre 200 et 300 m³/s afin d'assurer le maintien d'une protection adéquate de la frayère du PK 46,2 ainsi qu'une bonne disponibilité d'habitats de fraie sur la frayère du PK 34,5.

Le MPO privilégie également l'amélioration physique de la frayère du PK 48,9, en modifiant l'influence du seuil naturel du PK 48,96 afin d'assurer l'accès et la disponibilité d'habitat par des mouillages plus fréquents de cette frayère naturelle.

L'amélioration de la frayère du PK 48,9 pourrait compenser les pertes engendrées à cette frayère étant donné l'application d'un débit inférieur à 400 m³/s ainsi que les pertes engendrées par la réduction de disponibilité de sites de fraie à la frayère du PK 46,2. Ce scénario réduirait la nécessité et surtout le risque de travaux compensatoires importants pour la fraie du saumon, autres que celles nécessaires pour les frayères détruites au PK 51.

Le MPO est d'avis que le promoteur devra, pour permettre de confirmer le débit nécessaire à la protection de la frayère du PK 46,2, présenter :

- a) Une bonification de l'étude des débits réservés pour la fraie au PK 46,2, en utilisant toutes les données de nids disponibles entre 1999 et 2004. La modélisation effectuée devra considérer seulement la zone restreinte de la frayère telle que délimitée sur la carte A 7-1 (Génivar 2007a) afin d'éviter la production d'APU en dehors des limites de cette frayère comme on le constate à l'annexe 12-4 pour un débit de 400 m³/s.
- b) Proposer des solutions techniques permettant l'amélioration de la frayère du PK 48,9 en considérant les résultats d'optimisation des débits réservés pour la période de fraie demandée à la question précédente.

Réponse

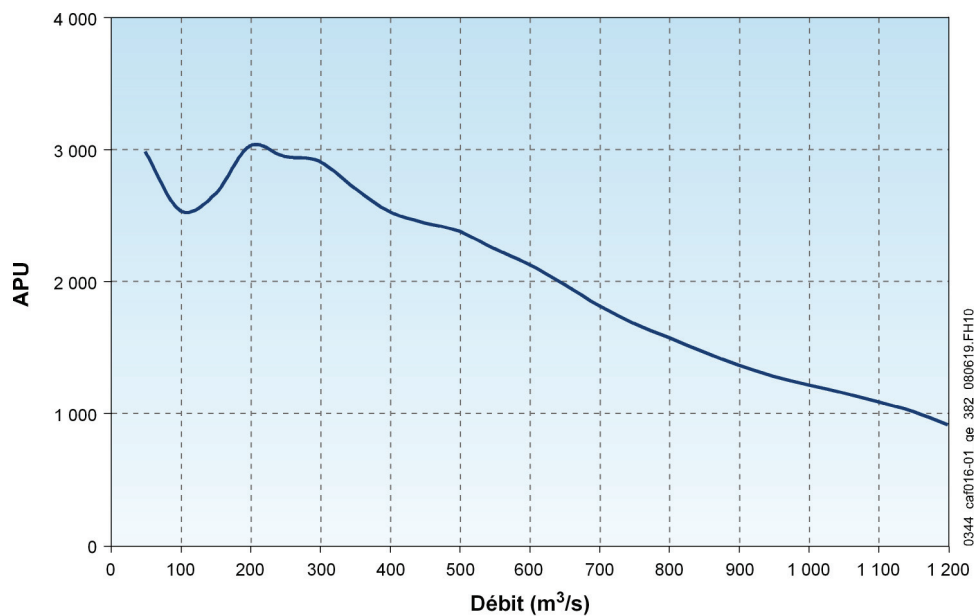
a) Bonification de l'étude des débits réservés (frayère du PK 46,2)

Toutes les données disponibles recueillies entre 1999 et 2001 dans la frayère du PK 46,2 ont été utilisées pour l'étude des débits réservés. En 2004, on a compté les nids dans cette frayère, mais on n'y a pris aucune donnée de profondeur, de vitesse d'écoulement et de substrat. Cette année-là, l'inventaire avait pour but d'estimer l'importance des activités de reproduction dans les différentes frayères de la Romaine.

La figure CA-16-1 montre la disponibilité d'habitat en fonction du débit dans l'aire restreinte de fraie située au PK 46,2. On constate que la disponibilité d'habitat y est maximale à 200 m³/s et qu'elle diminue graduellement avec l'augmentation du débit.

Cette frayère ressemble à celle du PK 34,5. Les deux frayères sont situées sur les bords et dans le talweg, et la profondeur d'eau y est importante, de sorte qu'elles sont optimales à des débits égaux ou inférieurs à 200 m³/s.

Figure CA-16-1 : Disponibilité des habitats de reproduction en fonction du débit dans l'aire restreinte de fraie située au PK 46,2 de la Romaine



b) Proposition de solutions techniques relativement à la frayère du PK 48,9

Comme on l'a signalé lors de la réunion du 17 mai 2007, il n'est pas possible de procéder à des travaux d'optimisation à la frayère du PK 48,9, en rive droite, en raison de contraintes techniques, notamment la grande difficulté d'accéder au site par la rive droite. Il faut cependant rappeler qu'une nouvelle frayère sera aménagée en rive gauche, comme le prévoit l'étude d'impact.

1.1.4 Période hivernale

■ CA-17

Références : Pêches et Océans Canada 2007. Lettre de Jean-Guy Jacques à Michel Bérubé (Hydro-Québec). Projet d'aménagement du complexe hydroélectrique de la Romaine : commentaires du MPO suite à la rencontre du 15 novembre 2006 portant sur le régime des débits réservés. 21 février 2007. 18 p.

Génivar 2007a. Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport Sectoriel, Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p et annexes.

Génivar 2002. Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1 – Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001. Rapport présenté à la direction Environnement et services techniques. Hydro-Québec par le Groupe conseil GENIVAR. 119 p. et 10 annexes.

En ce qui a trait à l'importance de la création d'abris hivernaux, le MPO réitère le commentaire émis dans sa correspondance du 21 février 2007 (Pêches et Océans Canada 2007) à savoir que : « Contrairement aux changements brusques des débits associés au démarrage d'un groupe turbine-alternateur à la centrale Romaine-1 où les effets s'atténueront graduellement vers l'aval, l'augmentation des débits élevés en hiver accentuera les vitesses d'écoulement sur l'ensemble de la rivière, et ce, indépendamment de la distance par rapport au canal de fuite. Ainsi, le secteur du PK 34 serait autant affecté que les sites plus en amont. Pour atténuer les effets de cette augmentation des vitesses d'écoulement sur les habitats d'hivernage de juvéniles de saumon atlantique, le MPO estime que l'aménagement d'abris hivernaux est effectivement le moyen à privilégier ».

Par ailleurs, les informations contenues dans l'annexe 15 de Génivar (2007a) montrent qu'au PK 34, les vitesses seront assez élevées pour entraîner des dépenses métaboliques supplémentaires non négligeables pour les juvéniles de saumons étant donné leur faible métabolisme en période hivernale. De plus, les restrictions appliquées à l'arrêt et le démarrage des turbines au PK 51 ne sont pas synchronisées avec les comportements identifiés comme hypothèse de base (sortie et entrée dans le substrat des juvéniles de saumons selon la période de la journée) pour le PK 34, étant donné le décalage dans le temps observé pour ce secteur (annexe 153). Finalement, l'annexe 10 de Génivar (2002) montre seulement deux secteurs (deux seuils au PK 32,5 ; deux rapides au PK 33) de faibles superficies disponibles pour l'hivernage des juvéniles et très peu de disponibilité d'habitats en aval de ce secteur.

Comme proposé par le promoteur, les habitats aménagés devraient être réalisés dans les secteurs situés immédiatement en aval des frayères connues. Par contre, considérant que les augmentations de vitesses se feront ressentir tout au long de la rivière, le MPO est d'avis que des aménagements devraient être planifiés non seulement dans le secteur des PK 46,2 et 51, mais également à proximité des autres frayères confirmées (PK 34,5). D'ailleurs, comme le site du PK 34,5 renferme la plus importante frayère connue, il apparaît d'autant plus pertinent de réaliser des aménagements pour les juvéniles dans ce secteur.

À la lumière des informations disponibles, le MPO est d'avis que le promoteur devra proposer des aménagements d'habitats d'hivernage pour les jeunes saumons dans le secteur de la frayère du PK 34,5.

Réponse

Comme elle l'a mentionné lors de la rencontre d'accompagnement du 19 juin 2007, Hydro-Québec réaffirme que, malgré la pertinence d'aménager des habitats hivernaux pour les juvéniles au PK 34 de la Romaine, ces travaux présentent des difficultés de construction trop grandes pour être réalisés. Toutefois, Hydro-Québec s'engage à réaliser tous les aménagements projetés aux PK 45, 49 et 51, qui comprennent une aire de fraie et une aire d'alevinage en aval de celle-ci (les deux servant aussi d'abris à tacons et d'habitats hivernaux). Le rapport sectoriel qui a été remis aux participants avant la réunion (GENIVAR, 2007) fait état de ces aménagements.

Référence

GENIVAR. 2007. *Concept d'aménagement d'habitats de compensation pour le saumon atlantique de la Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 18 p. et ann.

■ CA-18

Références : *ÉI, volume 1, section 12 (aménagement de la Romaine-1), page 12-28*

ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-145

ÉI, volume 8 (annexes), tableau F-6

Le MPO est d'avis que l'application des restrictions d'arrêt et de démarrage de turbines telles que décrites à la p. 12-28 de l'ÉI (volume 1) ainsi que l'aménagement d'aires d'hivernage tel que décrit à la p. 23-145 de l'ÉI (volume 3) sont des mesures intéressantes pour atténuer les effets des variations de débit ainsi que la présence de débits élevés en hiver.

Les atténuations décrites à la p. 12-28 de l'ÉI s'énoncent comme suit :

- Réduire au minimum les variations de débit soudaines durant la période d'émergence des alevins soit du 7 juin au 7 juillet ;
- Réduire au minimum le nombre de démarrages d'un groupe turbine-alternateur durant les heures d'obscurité en hiver. Les saumons juvéniles sont actifs la nuit ; l'augmentation du débit et, par conséquent, de la vitesse d'écoulement pourrait provoquer leur entraînement vers l'aval ;
- Éviter d'arrêter un groupe turbine-alternateur en période de clarté en hiver si un démarrage s'est avéré absolument nécessaire la nuit précédente : les saumons

juvéniles s'enfouissent dans des refuges durant le jour ; la baisse du niveau d'eau pourrait provoquer leur échouage.

Selon le tableau F-6 de l'ÉI (volume 8), la période de juin montre des débits très variables selon les scénarios d'exploitation envisagés. De la même façon, les besoins de consommation d'énergie électrique en période hivernale pourraient faire en sorte de rendre difficile l'application de la deuxième restriction étant donné le fait que les deux turbines pourraient être en activité sur de longues périodes sur une base journalière.

À la lumière des informations disponibles, le promoteur devra préciser les modalités concernant les restrictions liées aux arrêts et aux démarrages décrites plus haut, en mettant l'accent sur des scénarios basés sur les prévisions actuelles de consommation d'énergie (fréquence journalière, hebdomadaire et mensuelle dans les démarrages et arrêts de turbines).

Réponse

La période du 7 juin au 7 juillet correspond à la fin de la crue printanière. D'après les simulations de l'exploitation de l'aménagement de la Romaine-1, le débit dépassera la valeur optimale de deux groupes pendant près de 60 % du temps. Aucun arrêt de groupe ne sera possible durant une telle situation, car cela augmenterait les risques de déversement. Aussi, d'après les débits de cette période, le nombre d'arrêts et de démarrages devrait être inférieur à deux par semaine. Toutefois, malgré ces restrictions, si une crue se présente alors que les réservoirs ont tous atteint leur niveau d'exploitation maximal, ce qui ne pourra être turbiné sera déversé à l'évacuateur de crues. Le débit évacué augmentera au rythme de l'augmentation du débit de la crue.

Afin de respecter les restrictions proposées pour la période hivernale, on prendra les mesures suivantes :

- À moins d'une avarie, il y aura toujours un groupe en marche à l'aménagement de la Romaine-1. En cas d'avarie, le débit réservé écologique sera déversé par l'évacuateur de crues ;
- On attendra le lever du jour avant de démarrer un deuxième groupe durant la période hivernale. Au site de l'aménagement de la Romaine-1, le soleil se lève au plus tard à 7 h 13. L'aube précède de 40 minutes le lever du soleil. On devra donc attendre 6 h 30 avant de démarrer le second groupe.

Ce mode d'exploitation est compatible avec le profil journalier de demande en énergie. Après la nuit, la demande en énergie commence à augmenter dès 5 h, mais la demande maximale est atteinte entre 7 h 15 et 10 h. Le démarrage après 6 h 30 permettra donc de satisfaire les besoins de puissance dans la plupart des situations.

Toutefois, l'examen du profil de la demande indique que plus celle-ci est forte, plus elle survient tôt le matin. Aussi, on estime qu'un groupe devra être démarré avant l'aube environ 5 jours par année si cela se produit en décembre ou en janvier. On attendra donc le crépuscule, soit après 17 h, pour arrêter un des deux groupes. Pour les mêmes besoins, s'il faut démarrer un groupe pour satisfaire la pointe du soir, il faudra le faire avant 16 h en décembre et en janvier.

■ CA-19

Références : ÉI, volume 2 (milieu physique), section 16 (hydraulique, hydrologie et hydrodynamique),
page 16-21

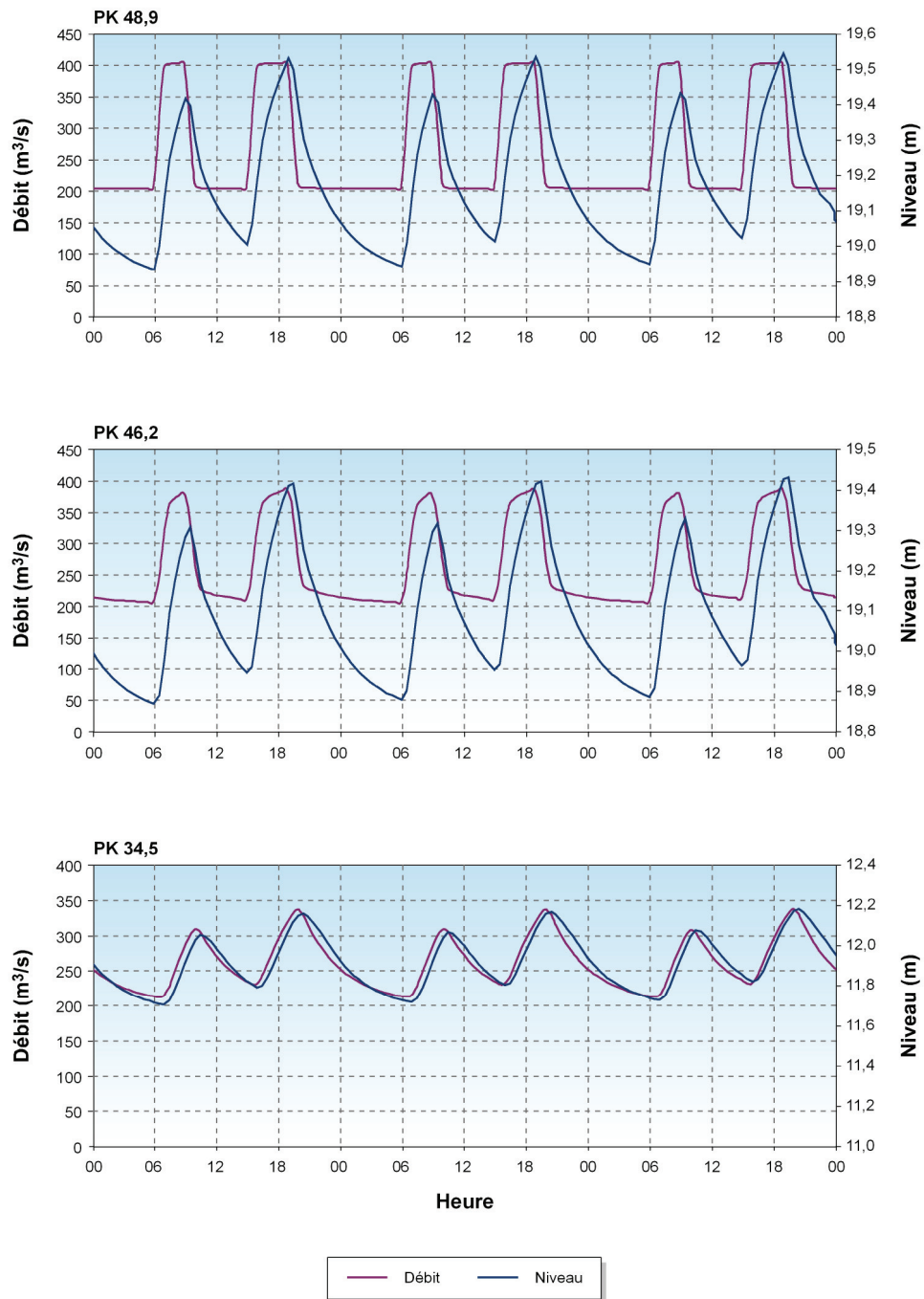
Le promoteur indique à la p. 16-21 de l'ÉI (volume 2) que « Les figures 16-18 et 16-19 montrent les variations de niveaux et de débits qui se produiront en aval de la centrale de la Romaine-1 lorsque la rivière sera libre de glace. En présence de glace, les débits varieront de façon semblable, mais les niveaux d'eau dépasseront les valeurs illustrées. »

Afin de mieux cerner l'impact des variations de débits en période hivernale, le promoteur devra détailler l'amplitude des dépassements de fluctuations de niveaux et de vitesses, particulièrement dans les zones où la glace sera plus présente, soit en aval du PK 45.

Réponse

La figure CA-19-1 montre les variations de niveau qui se produiraient sur les aires de fraie avec des variations horaires de débit de 400 à 200 m³/s. Comme on l'indique au chapitre 18 de l'étude d'impact, l'étendue de la couverture de glace en aval de l'aménagement de la Romaine-1 évoluera rapidement avec la température de l'air. Aussi, pour mieux illustrer l'effet de la couverture de glace, la figure montre les variations de niveaux par temps plus froid. La présence de glace provoquera un rehaussement du niveau d'eau par rapport à la période d'eau libre, mais l'amplitude des variations de niveaux provoquées par les variations horaires de débit sera légèrement réduite. Bien que la rivière restera libre de glace dans le secteur des frayères des PK 46,2 et 48,9, la présence de la couverture de glace provoquera un rehaussement du niveau plus en aval, qui se répercutera jusqu'aux aires de fraie. Ainsi, pour le cas montré à la figure CA-19-1, le rehaussement du niveau d'eau atteint 0,5 m au PK 48,9, 0,6 m au PK 46,2 et 1,0 m au PK 34,5 par rapport aux conditions d'eau libre présentées aux figures 16-18 et 16-19 de l'étude d'impact.

Figure CA-19-1 : Variation des niveaux et des débits en aval de la centrale de la Romaine-1 en période hivernale – PK 48,9, 46,2 et 34,5



0344_cal019-01_ge_620_080619.fn10

1.2. Passage du poisson

■ CA-20

Références : ÉI, volume 2 (milieu physique), section 16 (hydraulique, hydrologie et hydrodynamique), page 16-20

ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-149

Génivar 2007a. Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p. et annexes.

Le promoteur indique à la p. 16-20 (volume 2) qu'« un tronçon de 1 km sépare le pied du barrage de la Romaine-1 du point de restitution des eaux turbinées dans la Romaine. En conditions actuelles, ce tronçon comprend deux séries de rapides, séparés par un bassin dont la profondeur atteint 16 m et par un court tronçon fluvial entre les derniers rapides et le canal de fuite de la centrale (voir la carte 23-4). Hormis les périodes pendant lesquelles des déversements se produiront, ce tronçon ne recevra aucun débit, ce qui provoquera l'assèchement des rapides. Le bassin très profond restera en eau. Un volume d'eau de 0,25 hm³ sera maintenu grâce à la présence d'un seuil rocheux naturel, mais l'eau dans le bassin ne se renouvellera pas. Le niveau baissera d'environ 2,5 m. Le tronçon fluvial en aval des derniers rapides deviendra une zone de faibles contrecourants, avec un niveau abaissé de moins de 10 cm. » De la même façon, les tronçons court-circuités des aménagements Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4 verront leur débit réduit de façon importante.

Le promoteur prévoit selon l'annexe 14 de Génivar (2007a) des déversements à l'évacuateur de crues de la centrale de la Romaine-1, comme il pourrait s'en produire pour les évacuateurs des autres barrages du complexe.

Le MPO est d'avis que des poissons pourraient tenter de remonter les différents tronçons court-circuités du complexe lors des déversements, principalement au cours des différentes périodes de montaison des poissons entre le printemps et l'automne. Cette préoccupation est particulièrement importante dans le cas où des saumons adultes pourraient remonter plus facilement en amont de la chute à Charlie (PK 35) telle que décrite par le promoteur à la p. 23-149 de l'ÉI (volume 3) et ainsi atteindre la zone près de la centrale de la Romaine-1 tôt durant la période estivale.

À la lumière de ces informations, le promoteur devra :

- a) Détailler les possibilités de montaison dans les différents tronçons court-circuités du complexe (Romaine-1 à Romaine-4). Pour le tronçon Romaine-1, l'emphasis devra être mise sur les possibilités de franchissement pour le saumon lors des périodes de déversements.
- b) Proposer, le cas échéant, des mesures évitant que des poissons demeurent captifs dans les différents tronçons court-circuités suite aux périodes de déversements.

Réponse

a) Possibilités de montaison dans les tronçons court-circuités

Il faut d'abord mentionner que les grands débits et les très fortes vitesses d'écoulement atteints au cours des déversements ne favorisent pas les déplacements des poissons vers l'amont. On peut néanmoins supposer que des poissons peuvent être attirés par un appel d'eau durant la décrue qui suit un déversement.

Il est à noter aussi qu'un obstacle infranchissable empêche toute remontée des poissons dans le tronçon court-circuité de la Romaine-2 et que, pour les mêmes raisons, ils ne peuvent remonter que de 200 m dans le tronçon court-circuité de la Romaine-3 et de 300 m dans celui de la Romaine-4.

Dans les tronçons court-circuités de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4, il y aura toujours un écoulement en raison de la restitution d'un débit réservé minimal. Par conséquent, les poissons qui seraient tentés de remonter dans les tronçons court-circuités après un déversement auront toujours la possibilité de redescendre. Dans le cas où des poissons déjà présents atteindraient des bassins isolés plus en amont, ils auraient également la possibilité de redescendre vers l'aval en raison du maintien d'un écoulement minimal en tout temps. On ne prévoit aucune mesure particulière dans ces tronçons pour faciliter les déplacements des poissons vers l'amont ou vers l'aval, notamment parce qu'il est difficile d'y accéder pour réaliser des travaux, la vallée étant encaissée et les pentes, très abruptes.

b) Mesures pour éviter que des poissons demeurent captifs

Un suivi sera effectué pendant la période de migration et de reproduction du saumon, entre le 1^{er} juin et le 30 octobre, afin de vérifier si des saumons adultes restent captifs dans le tronçon après les déversements, en absence de débit réservé. Pendant la construction, au moment de la mise en service de la centrale de la Romaine-1, le bassin du tronçon court-circuité s'assèchera. Hydro-Québec sera alors en mesure d'évaluer l'ampleur du problème, notamment quant à la bathymétrie et à la nature du seuil, et de trouver des mesures appropriées. Les mesures envisageables peuvent comprendre d'assurer des conditions acceptables pour la survie de la faune aquatique dans le bassin isolé ou de désenclaver ce bassin pour permettre la libre circulation du poisson entre ce bassin et l'aval de la rivière.

1.3. Description de l'habitat du poisson

■ CA-21

Références : Génivar 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004.*
Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Juillet 2005. 202 p. et annexes.

Le promoteur indique à l'annexe 11 de Génivar (2005), des captures de grands corégones en aval de la centrale de la Romaine-1, plus spécifiquement au site de l'étude hydroacoustique réalisée en 2001 (PK 1). Par ailleurs, aucune analyse n'a été effectuée concernant cette espèce dans l'évaluation des impacts dans le tronçon en aval du PK 52, ni dans le calcul de la production, ni dans la détermination de frayères pour cette espèce.

Le promoteur devra détailler la provenance des grands corégones de la rivière Romaine en mettant l'accent sur les possibilités de fraie dans le tronçon aval de la rivière Romaine et ses tributaires pour cette espèce, le cas échéant.

Réponse

Les pêches mentionnées à l'annexe 11 du rapport d'inventaire de GENIVAR Groupe Conseil (2005) ont été effectuées en 2001 par Guay et coll. (2002) et GENIVAR Groupe Conseil (2002). Elles couvraient le tronçon compris entre les PK 1 et 52,5 de la Romaine. Tous les grands corégones capturés en 2001 l'ont été entre les PK 1 et 2,8, en aval du pont de la route 138. Aucun autre grand corégone n'a été capturé entre les PK 2,8 et 52,5 en 2001. L'origine des grands corégones capturés reste inconnue. Les lieux potentiels de reproduction de cette espèce dans le cours aval de la Romaine sont les rapides situés sous le pont de la route 138 (PK 2,8) et au pied de la chute de l'Église (PK 16).

Références

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

GENIVAR Groupe Conseil. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001.* Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 119 p. et ann.

Guay, G., Gendron, M., Burton, F. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la faune ichtyenne.* Rapport d'Environnement Illimité in. À Hydro-Québec. 39 p. et ann.

■ CA-22

Références : Génivar 2002. Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1 – Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001. Rapport présenté à la direction Environnement et services techniques. Hydro-Québec par le Groupe conseil GENIVAR. 119 p. et 10 annexes

Le MPO désire obtenir le rapport mentionné dans le document de Génivar (2002) intitulé :

Fontaine, P.M., F. Lévesque, M. Proulx et M. Heppell. 2000. Étude du saumon de la rivière Romaine en 1999. Rapport présenté à la direction Expertise et Support technique de production, Hydro-Québec par le groupe conseil GENIVAR. 63p. et annexes.

Réponse

Le rapport sera transmis au MPO.

1.4. Régime thermique

1.4.1 Évaluation de l'impact

Le MPO est d'avis que l'évaluation des impacts d'une modification du régime thermique sur la population de saumon atlantique et des autres espèces présentes en aval de la centrale de la Romaine-1, repose sur une bonne compréhension des effets à plus long terme de ces modifications.

Le MPO considère que le promoteur n'a pas traité l'ensemble des impacts de cette modification même s'il a considéré certains aspects tels que la croissance des espèces en période estivale, l'incubation et l'émergence des alevins de saumons ainsi que les modifications dans les dates de certaines fonctions biologiques associées aux débits réservés. D'autres aspects dont la survie hivernale (p. ex. : impact de la réduction de la croissance des alevins et des tacons, impact de l'augmentation de la température et des vitesses en période hivernale pour les juvéniles), l'augmentation possible de l'âge à la smoltification liée à la réduction de la croissance, la production d'invertébrés qui compose la nourriture des juvéniles de saumons ainsi que l'impact du décalage dans le temps de la période de fraie pour le saumon, auraient également dû être documenté.

Certaines informations complémentaires devront être fournies par le promoteur afin que le MPO poursuive son analyse des effets de la modification du régime thermique sur les poissons et leur habitat en aval de la centrale de la Romaine-1.

A la lumière de cette analyse, le MPO sera à même d'aviser le promoteur de la nécessité d'atténuer les impacts de la modification du régime thermique.

■ CA-23

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), pages 23-125 à 23-127

Le promoteur expose ses conclusions sur les modifications du régime thermique en aval de la centrale de la Romaine-1 (pages 23-125 à 23-127, volume 3) en indiquant entre autres que « Dans les nombreuses rivières du Québec exploitées à des fins énergétiques, dont quelques-unes de la Côte-Nord (rivières aux Outardes, Manicouagan et Betsiamites), les populations de poissons ont continué à se développer, tant en réservoir que dans les tronçons régularisés. Aucun indice ne laisse supposer que les modifications du régime thermique de ces cours d'eau aient compromis le succès de reproduction des espèces présentes (Gendron, 1991 ; Hydro-Québec, 1992b ; Profaune, 1991 ; Boudreault et coll., 1986), qui forment un cortège d'espèces communes sur la Côte-Nord et qui seront les mêmes dans la Romaine après l'aménagement du complexe projeté. »

Le promoteur n'indique dans l'ÉI ou dans les rapports sectoriels aucune information issue des différentes études citées pour appuyer ses conclusions. Bien que certains enseignements puissent faire ressortir que les populations se maintiennent dans certains cours d'eau exploités, les informations permettant de comparer la situation avant construction de ces projets avec la situation actuelle, sont souvent inexistantes.

Afin de poursuivre l'analyse de cet aspect, le promoteur devra détailler en quoi les différentes études, citées dans le texte précédent tiré de l'ÉI, fournit des éléments qui permettent d'évaluer et comparer la modification du régime thermique attendue par le projet avec celles observées dans d'autres complexes hydroélectriques déjà en exploitation en considérant également les espèces présentes en aval de la centrale de la Romaine-1.

Réponse

En premier lieu, il faut préciser que le projet du complexe de la Romaine ne peut être considéré comme atypique, car il est similaire à d'autres grands complexes de la Côte-Nord. Dans l'étude d'impact du complexe de la Romaine, nous avons tenté de montrer que, dans plusieurs rivières aménagées de la Côte-Nord où le régime de température de l'eau est généralement plus froid en aval des ouvrages, les différentes espèces présentes survivent et se reproduisent adéquatement parce que les nouvelles températures sont très viables pour les espèces en présence. Par exemple, la rivière Betsiamites est habitée en abondance par plusieurs espèces de poissons aux exigences variées, dont le saumon atlantique (voir le tableau CA-23-1). Pourtant, le régime de température de l'eau en aval du barrage de la Bersimis-2 y est globalement plus froid que ce qui sera observé dans la Romaine en conditions futures.

Cela vaut également pour les espèces de poissons vivant dans différents réservoirs. Plusieurs études ont démontré que les espèces de poissons présentes avant les mises en eau se maintiennent à un niveau d'abondance comparable aux lacs environnants (voir les réponses aux questions CA-43, CA-47, CA-48 et CA-49). Toutefois, la fluctuation des habitats liée aux marnages ainsi que les relations entre les espèces proies et prédatrices entraînent des changements dans la structure des communautés. Les espèces appartenant aux salmonidés, comme le touladi et l'omble de fontaine, sont désavantagées en faveur d'autres espèces, comme les corégoninés, les catostomidés et le grand brochet.

La température de l'eau plus froide observée dans la plupart des réservoirs, en raison de la résistance thermique de ces grandes masses d'eau, peut modifier la répartition des poissons dans la colonne d'eau ainsi que leur croissance. Therrien et coll. (2002) ont démontré que le schéma général observé, dans la plupart des cas, est une hausse de la croissance et du coefficient de condition des principales espèces en réservoir et en milieu à débit augmenté, suivie d'un retour graduel à des valeurs comparables à celles du milieu naturel après environ une douzaine d'années. Dans les rivières à débit réduit, ces paramètres changent peu (comme il est prévu dans le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1).

Il n'existe pas d'information qui nous permette de comparer la structure des communautés de poissons et leur dynamique avant et après l'aménagement des rivières Betsiamites, Manicouagan et aux Outardes. Malgré cela, et compte tenu de ce qui précède, Hydro-Québec juge qu'une analyse plus approfondie (par exemple, de la production benthique en fonction de la température de l'eau) conduirait à des prévisions trop spéculatives.

Tableau CA-23-1 : Espèces présentes dans la Betsiamites en aval des ouvrages de la Bersimis-2

Espèce	Indice d'abondance	Sources ^a
Alose savoureuse	Moyenne	1, 2, 3
Anguille d'Amérique	Élevée	1, 2, 3, 4, 5
Bar rayé	Très faible	1
Capelan	Faible	3, 4
Cyprinidés	Faible	3, 5
Éperlan arc-en-ciel	Faible – moyenne	1, 2, 3, 4, 5
Épinoche à neuf épines	Faible	3
Épinoche à quatre épines	Très faible	3
Esturgeon noir	Très faible	1
Gaspereau	Faible	1, 2, 3, 4
Grand corégone	Moyenne – élevée	1, 2, 3, 4, 5
Lamproie marine	Moyenne	1, 2, 3, 4
Lotte	Très faible	4, 5
Maquereau bleu	Très faible	4
Méné de lac	Faible	5
Meuniers	Très élevée	1, 2, 3, 4, 5
Morue franche	Faible	1, 2, 3, 4
Naseux des rapides	Élevée	3, 4, 5
Omble de fontaine	Moyenne	1, 2, 3, 4, 5
Plies	Faible	1, 3, 4
Saumon atlantique	Faible – moyenne	1, 2, 3, 4, 5

a. Levasseur et coll., 2008. 2. Lévesque et coll., 2007. 3. Plourde et Larose, 2004. 4. Lévesque et Belles-Isles, 2001. 5. Lévesque et coll., 1993

Références

- Levasseur, M., F. Lévesque, M. Larose et A. Côté. 2008. *Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Bilan des activités réalisées en 2008*. Préparé pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Québec, GENIVAR Société en commandite. 66 p. et ann.
- Lévesque, F., M. Larose et G. Beauchamp. 2007. *Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Bilan des activités réalisées en 2007*. Préparé pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Québec, GENIVAR Société en commandite. 59 p. et ann.
- Plourde, Y., et M. Larose. 2004. *Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Bilan des activités réalisées en 2003*. Préparé pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Québec, GENIVAR Société en commandite. 69 p. et ann.

Lévesque, F., et M. Belles-Isles. 2001. *Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Rapport des activités 2000*. Préparé pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. Québec, GENIVAR Société en commandite. 77 p. et ann.

Lévesque, F., A. Boudreault, J. Domingue et S. Labrie. 1993. *Accroissement du potentiel salmonicole de la rivière Betsiamites. Étude de faisabilité, phase 1. Rapport final des activités 1991*. T. 1. Préparé pour Hydro-Québec. Loretteville, Groupe Environnement Shooner. 119 p. et ann.

Therrien, J., R. Verdon et R. Lalumière. 2002. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des communautés de poissons. Rapport synthèse 1977-2000*. Québec, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec Production. 131 p. et ann.

■ CA-24

Références : Questions/Commentaires CA-023

Questions/commentaires :

Le MPO désire obtenir les rapports mentionnés dans l'argumentaire du promoteur énoncé ci-dessus (CA-023) :

- a) Gendron, M. 1991. Étude de l'effet du marnage sur la faune ichthyenne, réservoirs Pipmuacan, Outardes-4 et Manic-5. Travaux de recherche, automne 1990. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de recherche SEEEQ. 108p. et ann.
- b) Hydro-Québec 1992b. Suréquipement de l'aménagement hydroélectrique de Manic-2. Rapport d'avant-projet. Complément : Connaissance du milieu. Montréal, Hydro-Québec. 298 p.
- c) Profaune, 1991. Étude d'impact. Suréquipement de Manic-2. Avant-projet, phase 2. Relevés et inventaires (1990). Préparé pour Roche ltée, Groupe-conseil. Sainte-Foy, ProFaune. 80p. et ann.
- d) Boudreault, A., R. Lalumière et L. Belzile. 1986. Étude d'impact sur l'environnement. Projet de rénovation de l'appareillage de production à la centrale Bersimis Deux. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, Génivar Groupe Conseil. 190p. et ann.

Réponse

Les quatre rapports seront transmis au MPO.

■ CA-25

Références : Hydro-Québec 2007c. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel*. Novembre 2007. 148 p.

Afin de poursuivre son analyse des effets des modifications du régime thermique sur le poisson et son habitat en aval de la centrale de la Romaine-1, le promoteur devra fournir les données brutes de températures minimum, moyenne et maximum journalières pour les conditions actuelles et futures, aux PK 35 et 51 tels que présentés dans les planches 4 et 18 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec 2007c).

Réponse

Conditions actuelles aux PK 35 et 51

Les séries de données présentées au tableau CA-25-1 sont celles qui ont été utilisées dans la planche 4 de l'étude sectorielle du régime thermique (Hydro-Québec Équipement, 2007) pour décrire les conditions actuelles aux PK 16 et 51.

Les températures en conditions actuelles aux PK 51 et 16 ont été reconstituées, ce qui n'a pas été le cas pour le PK 35.

Comme le PK 35 se trouve à distance presque égale entre les PK 51 et 16, et que ces deux points présentent des régimes thermiques très semblables, on peut aussi bien utiliser les séries du PK 51 que celles du PK 16 pour représenter le régime thermique du PK 35. Les séries du PK 51 et du PK 16 sont fournies ci-dessous, telles qu'elles ont été reconstituées par calcul.

Les figures du rapport sectoriel présentaient la médiane plutôt que la moyenne. Les tableaux CA-25-1 et CA-25-2 présentent la moyenne (objet de la demande) ainsi que la médiane (pour faciliter la comparaison avec les figures).

Conditions futures aux PK 35 et 51

Le tableau CA-25-2 présente les séries qui ont été utilisées dans la révision de mai 2008 pour décrire les conditions futures aux PK 51 et 35.

La planche 18 du rapport sectoriel (Hydro-Québec Équipement, 2007) portait uniquement sur le PK 51. Le tableau CA-25-2 présente aussi des séries qui ont été produites par calcul pour le PK 35.

Tableau CA-25-1 : Température de l'eau aux PK 51 et 16 de la Romaine – Conditions actuelles

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
01 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31 janv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
22 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28 févr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31 mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
17 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19 avril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 avril	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
21 avril	0,01	0,00	0,00	0,12	0,01	0,00	0,00	0,12
22 avril	0,01	0,00	0,00	0,16	0,01	0,00	0,00	0,16
23 avril	0,02	0,00	0,00	0,31	0,02	0,00	0,00	0,30
24 avril	0,02	0,00	0,00	0,32	0,02	0,00	0,00	0,31
25 avril	0,01	0,00	0,00	0,28	0,01	0,00	0,00	0,26
26 avril	0,01	0,00	0,00	0,24	0,01	0,00	0,00	0,22
27 avril	0,01	0,00	0,00	0,29	0,01	0,00	0,00	0,27
28 avril	0,02	0,00	0,00	0,44	0,02	0,00	0,00	0,41
29 avril	0,03	0,00	0,00	0,66	0,03	0,00	0,00	0,62
30 avril	0,05	0,00	0,00	0,88	0,04	0,00	0,00	0,83
01 mai	0,05	0,00	0,00	0,83	0,05	0,00	0,00	0,78
02 mai	0,05	0,00	0,00	0,70	0,05	0,00	0,00	0,65
03 mai	0,06	0,00	0,00	0,75	0,06	0,00	0,00	0,69
04 mai	0,09	0,00	0,00	1,10	0,09	0,00	0,00	1,03
05 mai	0,19	0,00	0,00	2,36	0,18	0,00	0,00	2,24
06 mai	0,30	0,00	0,00	3,61	0,29	0,00	0,00	3,42
07 mai	0,39	0,00	0,00	4,29	0,37	0,00	0,00	4,08
08 mai	0,44	0,00	0,00	3,72	0,42	0,00	0,00	3,51
09 mai	0,59	0,02	0,00	3,89	0,56	0,02	0,00	3,66
10 mai	0,74	0,05	0,00	3,84	0,70	0,04	0,00	3,62
11 mai	0,92	0,07	0,00	3,86	0,87	0,06	0,00	3,64
12 mai	1,15	0,11	0,00	3,65	1,09	0,11	0,00	3,45
13 mai	1,46	0,25	0,00	4,21	1,39	0,24	0,00	3,98
14 mai	1,71	0,39	0,00	4,94	1,61	0,37	0,00	4,70
15 mai	1,91	0,55	0,00	5,23	1,81	0,52	0,00	4,97
16 mai	2,17	0,89	0,00	5,69	2,05	0,84	0,00	5,34
17 mai	2,46	1,31	0,00	6,47	2,32	1,24	0,00	6,07
18 mai	2,81	2,26	0,00	6,61	2,65	2,15	0,00	6,18
19 mai	3,16	3,11	0,00	6,52	2,98	2,95	0,00	6,14
20 mai	3,58	4,02	0,00	6,92	3,38	3,81	0,00	6,50
21 mai	3,93	4,51	0,00	7,36	3,70	4,25	0,00	6,93
22 mai	4,18	4,73	0,03	7,96	3,94	4,44	0,03	7,50
23 mai	4,47	5,16	0,14	8,55	4,21	4,84	0,13	8,07
24 mai	4,80	5,55	0,32	8,99	4,51	5,21	0,31	8,49
25 mai	5,13	5,95	0,56	9,76	4,82	5,57	0,53	9,20
26 mai	5,55	6,31	0,81	10,20	5,19	5,91	0,77	9,63
27 mai	5,94	6,54	1,15	10,95	5,57	6,14	1,09	10,33
28 mai	6,36	6,79	1,91	11,82	5,97	6,41	1,82	11,15
29 mai	6,67	7,22	2,52	12,09	6,27	6,82	2,39	11,44
30 mai	6,95	7,55	3,22	12,07	6,54	7,11	3,05	11,42
31 mai	7,25	7,74	3,77	11,53	6,82	7,32	3,54	10,92
01 juin	7,54	8,00	3,97	11,54	7,10	7,60	3,72	10,95
02 juin	7,79	8,03	4,09	12,09	7,35	7,61	3,83	11,48
03 juin	7,92	7,86	4,36	12,21	7,49	7,46	4,09	11,68
04 juin	8,10	7,99	4,69	12,92	7,66	7,55	4,40	12,34
05 juin	8,32	8,10	5,22	13,32	7,88	7,66	4,88	12,71
06 juin	8,58	8,40	5,74	13,19	8,14	8,01	5,36	12,60
07 juin	8,89	8,71	6,31	13,01	8,44	8,25	5,89	12,44
08 juin	9,09	8,90	6,85	12,86	8,64	8,43	6,40	12,33
09 juin	9,23	9,10	6,98	12,70	8,78	8,72	6,51	12,19

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
10 juin	9,53	9,45	7,05	12,51	9,07	9,09	6,58	12,05
11 juin	9,89	9,90	7,14	13,08	9,42	9,47	6,68	12,49
12 juin	10,35	10,20	7,26	13,87	9,87	9,73	6,80	13,38
13 juin	10,71	10,33	7,46	14,56	10,22	9,96	7,01	13,85
14 juin	11,09	10,84	7,93	15,34	10,59	10,32	7,45	14,56
15 juin	11,42	11,30	8,11	15,51	10,91	10,82	7,66	14,83
16 juin	11,69	11,54	8,42	15,72	11,18	11,00	7,96	15,02
17 juin	12,02	11,81	9,03	15,71	11,50	11,27	8,53	15,16
18 juin	12,31	12,33	9,21	16,11	11,79	11,77	9,00	15,49
19 juin	12,63	12,47	9,13	16,36	12,11	11,93	8,98	15,70
20 juin	12,79	12,62	9,54	16,51	12,28	12,06	9,39	15,87
21 juin	13,08	13,10	10,31	16,86	12,57	12,68	9,77	16,20
22 juin	13,48	13,43	10,70	17,70	12,95	12,89	10,12	16,97
23 juin	13,79	13,55	10,71	18,04	13,27	13,00	10,15	17,32
24 juin	14,07	13,74	10,70	18,40	13,54	13,25	10,15	17,55
25 juin	14,37	14,13	10,96	18,98	13,85	13,52	10,41	18,13
26 juin	14,45	14,36	11,35	18,89	13,94	13,89	10,79	18,07
27 juin	14,60	14,57	11,83	19,09	14,09	14,01	11,25	18,28
28 juin	14,72	14,31	12,42	18,57	14,22	14,08	11,79	17,82
29 juin	14,81	14,33	12,85	17,02	14,32	13,91	12,45	16,41
30 juin	14,81	14,54	12,85	17,18	14,34	14,15	12,36	16,79
01 juillet	14,85	14,54	11,99	17,54	14,40	14,34	11,58	16,70
02 juillet	15,01	14,86	11,65	18,21	14,56	14,47	11,29	17,27
03 juillet	15,29	15,33	12,11	18,65	14,85	14,92	11,76	17,77
04 juillet	15,57	15,33	12,56	18,49	15,14	14,97	12,33	17,67
05 juillet	15,78	15,88	13,09	18,61	15,35	15,44	12,83	17,79
06 juillet	15,94	15,96	13,04	18,47	15,52	15,59	12,80	17,89
07 juillet	16,13	16,33	13,74	18,26	15,72	15,91	13,29	17,92
08 juillet	16,46	16,73	14,36	18,92	16,06	16,24	13,88	18,40
09 juillet	16,53	16,34	14,58	19,09	16,13	15,91	14,16	18,57
10 juillet	16,63	16,23	14,53	18,61	16,25	15,84	14,34	18,25
11 juillet	16,63	16,19	15,07	18,97	16,27	15,89	14,84	18,61
12 juillet	16,68	16,79	15,11	19,42	16,34	16,39	14,75	19,04
13 juillet	16,94	16,87	15,38	20,28	16,59	16,42	14,99	19,86
14 juillet	17,00	16,83	14,32	20,94	16,67	16,47	13,92	20,48
15 juillet	17,05	16,87	13,88	20,10	16,73	16,53	13,55	19,71
16 juillet	17,12	17,36	14,09	20,39	16,81	17,05	13,97	20,05
17 juillet	17,21	17,57	14,47	20,48	16,91	17,24	14,35	20,13
18 juillet	17,22	17,07	14,45	19,66	16,93	16,82	14,35	19,38
19 juillet	17,23	17,34	14,94	19,18	16,95	16,95	14,84	18,83
20 juillet	17,10	16,98	15,24	19,30	16,85	16,68	15,05	19,07
21 juillet	17,07	17,08	14,48	19,59	16,84	16,78	14,34	19,33
22 juillet	17,16	17,38	14,53	20,03	16,94	17,12	14,40	19,77
23 juillet	17,28	17,54	15,12	20,02	17,06	17,35	14,87	19,77
24 juillet	17,39	17,29	15,20	19,90	17,18	17,11	15,12	19,58
25 juillet	17,72	17,72	15,16	19,78	17,51	17,61	15,09	19,45
26 juillet	17,87	17,60	15,69	19,88	17,65	17,51	15,55	19,69
27 juillet	17,75	18,03	15,21	20,02	17,55	17,85	15,10	19,64
28 juillet	17,83	18,11	14,50	20,03	17,64	17,95	14,55	19,69
29 juillet	18,13	18,15	15,13	20,40	17,93	17,92	15,17	20,04
30 juillet	18,26	18,05	15,69	21,44	18,07	17,87	15,71	21,08
31 juillet	18,29	18,38	15,79	20,66	18,10	18,18	15,72	20,28
01 août	18,34	18,59	15,63	21,10	18,16	18,29	15,53	20,71
02 août	18,18	18,09	15,52	21,11	18,02	17,88	15,43	20,71

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
03 août	18,34	18,46	15,65	21,28	18,17	18,24	15,50	20,88
04 août	18,54	18,49	15,43	21,32	18,37	18,30	15,30	20,99
05 août	18,43	18,21	15,57	21,61	18,27	18,17	15,44	21,28
06 août	18,41	18,34	15,77	21,67	18,26	18,23	15,70	21,35
07 août	18,38	18,27	15,47	21,54	18,24	18,16	15,37	21,13
08 août	18,60	18,76	14,68	21,82	18,46	18,58	14,62	21,42
09 août	18,75	19,09	16,21	21,61	18,61	18,92	16,10	21,22
10 août	18,92	19,02	16,26	21,59	18,78	18,87	16,32	21,39
11 août	18,73	19,17	16,06	21,23	18,60	18,99	16,13	21,01
12 août	18,17	18,22	16,03	21,13	18,07	18,09	15,95	20,89
13 août	18,04	17,87	15,29	20,33	17,96	17,80	15,25	20,16
14 août	17,97	17,63	15,28	21,07	17,89	17,60	15,26	20,88
15 août	18,09	17,80	15,37	21,77	18,01	17,74	15,36	21,54
16 août	18,00	17,96	15,29	21,32	17,94	17,92	15,31	21,13
17 août	17,77	17,71	15,79	21,19	17,73	17,71	15,74	21,01
18 août	17,36	17,31	14,36	19,94	17,34	17,28	14,37	19,83
19 août	17,24	17,33	14,26	19,71	17,22	17,34	14,28	19,62
20 août	17,35	17,66	14,07	20,06	17,34	17,66	14,19	19,96
21 août	17,42	17,66	13,85	18,90	17,41	17,64	13,99	18,85
22 août	17,16	17,24	13,81	19,27	17,16	17,25	13,96	19,21
23 août	16,57	16,47	14,25	19,13	16,59	16,47	14,34	19,05
24 août	16,19	16,19	12,54	18,24	16,23	16,28	12,71	18,20
25 août	16,04	16,12	12,61	18,18	16,10	16,18	12,80	18,14
26 août	15,98	16,39	12,71	18,22	16,04	16,41	12,91	18,25
27 août	16,03	16,36	13,24	18,29	16,10	16,35	13,45	18,26
28 août	15,96	16,21	12,87	18,42	16,03	16,31	13,05	18,38
29 août	15,65	15,75	12,02	19,21	15,74	15,85	12,24	19,12
30 août	15,31	14,98	11,68	20,19	15,41	15,06	11,93	20,05
31 août	15,07	14,88	12,00	19,59	15,18	15,01	12,25	19,46
01 sept.	15,05	15,12	12,40	18,93	15,16	15,20	12,65	18,83
02 sept.	14,73	14,26	12,59	18,02	14,86	14,37	12,81	18,02
03 sept.	14,55	14,22	12,58	17,94	14,68	14,40	12,77	18,03
04 sept.	14,54	14,30	12,17	18,47	14,67	14,47	12,37	18,51
05 sept.	14,60	14,50	12,90	17,84	14,73	14,60	13,10	17,89
06 sept.	14,34	14,28	11,96	16,71	14,47	14,41	12,13	16,76
07 sept.	14,28	14,02	11,18	16,96	14,42	14,20	11,38	17,00
08 sept.	14,25	14,26	11,18	17,16	14,39	14,39	11,37	17,19
09 sept.	14,26	14,28	11,89	16,53	14,39	14,43	12,08	16,62
10 sept.	14,04	14,15	11,57	17,43	14,17	14,25	11,78	17,47
11 sept.	13,73	13,56	10,62	17,07	13,87	13,69	10,83	17,12
12 sept.	13,47	13,02	11,43	17,02	13,61	13,19	11,66	17,06
13 sept.	13,28	12,67	10,21	17,06	13,43	12,83	10,47	17,10
14 sept.	12,95	12,49	9,47	17,11	13,11	12,69	9,68	17,14
15 sept.	12,83	12,53	8,22	17,20	12,99	12,72	8,47	17,18
16 sept.	12,73	12,13	8,60	17,97	12,88	12,33	8,87	17,89
17 sept.	12,54	12,36	9,00	16,41	12,71	12,59	9,28	16,37
18 sept.	12,26	12,13	9,40	15,48	12,43	12,35	9,68	15,48
19 sept.	12,37	12,25	9,33	16,31	12,54	12,45	9,61	16,28
20 sept.	12,33	12,23	9,19	16,19	12,50	12,40	9,47	16,16
21 sept.	11,97	11,72	8,76	14,86	12,14	11,91	9,01	14,87
22 sept.	11,64	11,38	8,57	14,26	11,83	11,56	8,85	14,42
23 sept.	11,30	11,00	8,23	14,25	11,49	11,17	8,52	14,40
24 sept.	10,89	10,38	8,09	13,95	11,09	10,57	8,36	14,01
25 sept.	10,71	10,30	8,41	13,79	10,92	10,49	8,66	13,85

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
26 sept.	10,67	10,23	8,36	13,33	10,88	10,42	8,59	13,42
27 sept.	10,39	10,12	7,83	13,25	10,60	10,30	8,13	13,46
28 sept.	10,27	10,17	7,00	14,38	10,49	10,39	7,33	14,44
29 sept.	10,00	10,02	6,89	14,37	10,22	10,23	7,23	14,55
30 sept.	9,80	9,45	7,23	14,49	10,02	9,68	7,58	14,64
01 oct.	9,60	9,60	7,35	14,23	9,83	9,78	7,73	14,36
02 oct.	9,40	9,31	7,51	13,21	9,64	9,56	7,85	13,36
03 oct.	9,13	8,96	6,98	11,76	9,37	9,18	7,22	11,89
04 oct.	8,67	8,59	6,62	11,62	8,92	8,81	6,89	11,77
05 oct.	8,33	8,45	5,65	11,33	8,58	8,70	5,99	11,48
06 oct.	8,02	7,86	5,34	11,09	8,28	8,08	5,69	11,26
07 oct.	7,71	7,31	5,44	11,07	7,98	7,61	5,79	11,24
08 oct.	7,39	7,03	5,40	11,10	7,67	7,32	5,75	11,27
09 oct.	7,11	6,84	5,15	10,42	7,40	7,22	5,53	10,59
10 oct.	6,94	6,79	4,55	9,93	7,24	7,07	4,92	10,09
11 oct.	6,78	6,62	3,80	11,09	7,08	6,90	4,18	11,28
12 oct.	6,59	6,39	3,83	11,65	6,89	6,73	4,23	11,81
13 oct.	6,62	6,36	3,84	11,54	6,93	6,75	4,21	11,69
14 oct.	6,47	6,31	3,67	10,45	6,77	6,66	4,05	10,62
15 oct.	6,03	5,79	3,00	8,85	6,33	6,08	3,33	9,05
16 oct.	5,61	5,61	2,47	8,33	5,92	5,92	2,81	8,53
17 oct.	5,30	5,26	2,21	7,59	5,61	5,59	2,55	7,85
18 oct.	5,30	5,42	2,10	7,33	5,61	5,69	2,46	7,55
19 oct.	5,13	5,04	2,01	7,18	5,44	5,34	2,38	7,45
20 oct.	4,91	4,83	2,35	7,35	5,22	5,15	2,74	7,61
21 oct.	4,83	4,60	2,76	7,19	5,15	4,93	3,14	7,45
22 oct.	4,68	4,30	3,07	6,88	5,00	4,66	3,42	7,15
23 oct.	4,43	4,08	3,02	7,09	4,75	4,44	3,38	7,37
24 oct.	4,29	4,03	2,58	7,22	4,60	4,39	2,91	7,47
25 oct.	3,95	3,90	1,32	7,17	4,26	4,22	1,68	7,39
26 oct.	3,65	3,74	0,15	6,75	3,97	4,09	0,54	6,96
27 oct.	3,54	3,88	0,38	6,23	3,86	4,21	0,78	6,45
28 oct.	3,36	3,32	0,97	5,63	3,68	3,64	1,38	5,95
29 oct.	3,00	3,10	0,93	5,60	3,32	3,42	1,24	5,84
30 oct.	2,78	2,93	0,78	5,64	3,10	3,25	1,16	5,86
31 oct.	2,42	2,40	0,38	5,38	2,75	2,78	0,75	5,60
01 nov.	2,19	2,16	0,00	5,07	2,51	2,51	0,00	5,31
02 nov.	1,91	2,04	0,00	4,47	2,21	2,40	0,00	4,70
03 nov.	1,91	1,98	0,00	4,56	2,17	2,29	0,00	4,90
04 nov.	1,83	1,66	0,00	4,79	2,10	2,01	0,00	5,08
05 nov.	1,60	1,50	0,00	4,24	1,86	1,84	0,00	4,52
06 nov.	1,26	0,91	0,00	3,13	1,52	1,27	0,00	3,43
07 nov.	0,96	0,66	0,00	2,59	1,17	0,99	0,00	2,91
08 nov.	0,78	0,58	0,00	2,55	0,99	0,93	0,00	2,88
09 nov.	0,60	0,19	0,00	3,03	0,78	0,51	0,00	3,21
10 nov.	0,63	0,00	0,00	3,89	0,77	0,00	0,00	4,03
11 nov.	0,60	0,00	0,00	3,85	0,73	0,00	0,00	3,96
12 nov.	0,52	0,00	0,00	2,87	0,61	0,00	0,00	3,00
13 nov.	0,38	0,00	0,00	2,35	0,44	0,00	0,00	2,53
14 nov.	0,35	0,00	0,00	3,70	0,41	0,00	0,00	3,82
15 nov.	0,39	0,00	0,00	5,32	0,43	0,00	0,00	5,35
16 nov.	0,33	0,00	0,00	4,83	0,37	0,00	0,00	4,85
17 nov.	0,27	0,00	0,00	3,78	0,31	0,00	0,00	3,81
18 nov.	0,22	0,00	0,00	2,81	0,26	0,00	0,00	2,86

Date	PK 51				PK 16			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
19 nov.	0,16	0,00	0,00	1,70	0,20	0,00	0,00	1,93
20 nov.	0,03	0,00	0,00	0,57	0,04	0,00	0,00	0,72
21 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
22 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,19
23 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31 déc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau CA-25-2 : Température de l'eau aux PK 51 et 35 de la Romaine – Conditions futures

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
01 janv.	0,72	0,66	0,08	2,19	0,07	0,00	0,00	0,51
02 janv.	0,67	0,61	0,00	1,91	0,04	0,00	0,00	0,32
03 janv.	0,62	0,59	0,01	1,92	0,04	0,00	0,00	0,48
04 janv.	0,62	0,63	0,01	1,92	0,02	0,00	0,00	0,20
05 janv.	0,62	0,59	0,02	1,97	0,01	0,00	0,00	0,16
06 janv.	0,62	0,57	0,00	1,96	0,01	0,00	0,00	0,19
07 janv.	0,60	0,54	0,02	1,99	0,07	0,00	0,00	0,71
08 janv.	0,60	0,54	0,02	1,99	0,07	0,00	0,00	0,68
09 janv.	0,62	0,53	0,00	1,91	0,10	0,00	0,00	1,17
10 janv.	0,59	0,57	0,03	1,88	0,07	0,00	0,00	0,87
11 janv.	0,59	0,54	0,02	1,79	0,08	0,00	0,00	1,11
12 janv.	0,58	0,59	0,00	1,78	0,07	0,00	0,00	0,93
13 janv.	0,55	0,58	0,00	1,75	0,07	0,00	0,00	1,13
14 janv.	0,54	0,56	0,01	1,75	0,06	0,00	0,00	1,02
15 janv.	0,52	0,56	0,01	1,77	0,02	0,00	0,00	0,42
16 janv.	0,51	0,55	0,01	1,77	0,05	0,00	0,00	0,83
17 janv.	0,54	0,48	0,01	1,79	0,06	0,00	0,00	0,91
18 janv.	0,57	0,48	0,01	1,80	0,03	0,00	0,00	0,30
19 janv.	0,57	0,57	0,01	1,82	0,04	0,00	0,00	0,51
20 janv.	0,58	0,57	0,00	1,86	0,08	0,00	0,00	0,83
21 janv.	0,55	0,49	0,00	1,86	0,05	0,00	0,00	0,73
22 janv.	0,55	0,45	0,00	1,79	0,03	0,00	0,00	0,50
23 janv.	0,54	0,46	0,00	1,78	0,08	0,00	0,00	0,73
24 janv.	0,55	0,47	0,02	1,63	0,07	0,00	0,00	0,79
25 janv.	0,55	0,48	0,01	1,65	0,11	0,00	0,00	0,80
26 janv.	0,53	0,51	0,01	1,68	0,07	0,00	0,00	0,50
27 janv.	0,54	0,51	0,01	1,58	0,04	0,00	0,00	0,43
28 janv.	0,55	0,52	0,01	1,27	0,02	0,00	0,00	0,32
29 janv.	0,49	0,46	0,01	1,15	0,03	0,00	0,00	0,36
30 janv.	0,50	0,39	0,00	1,15	0,03	0,00	0,00	0,48
31 janv.	0,52	0,41	0,00	1,25	0,05	0,00	0,00	0,73
01 févr.	0,54	0,46	0,00	1,30	0,05	0,00	0,00	0,53
02 févr.	0,51	0,49	0,00	1,34	0,08	0,00	0,00	0,56
03 févr.	0,49	0,49	0,01	1,27	0,08	0,00	0,00	0,80
04 févr.	0,49	0,46	0,02	1,21	0,04	0,00	0,00	0,40
05 févr.	0,50	0,46	0,04	1,13	0,05	0,00	0,00	0,58
06 févr.	0,49	0,45	0,01	1,15	0,04	0,00	0,00	0,46
07 févr.	0,48	0,46	0,01	1,15	0,01	0,00	0,00	0,10
08 févr.	0,48	0,50	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00	0,03
09 févr.	0,49	0,51	0,00	1,02	0,03	0,00	0,00	0,40
10 févr.	0,50	0,49	0,01	1,12	0,04	0,00	0,00	0,47
11 févr.	0,49	0,50	0,01	1,10	0,04	0,00	0,00	0,40
12 févr.	0,51	0,48	0,01	1,08	0,05	0,00	0,00	0,50
13 févr.	0,52	0,48	0,12	1,13	0,06	0,00	0,00	0,86
14 févr.	0,53	0,47	0,01	1,10	0,03	0,00	0,00	0,36
15 févr.	0,58	0,51	0,01	1,07	0,05	0,00	0,00	0,66
16 févr.	0,60	0,54	0,17	1,08	0,06	0,00	0,00	0,73
17 févr.	0,61	0,49	0,14	1,18	0,07	0,00	0,00	0,58
18 févr.	0,62	0,49	0,12	1,17	0,07	0,00	0,00	0,55
19 févr.	0,66	0,52	0,15	1,26	0,03	0,00	0,00	0,30
20 févr.	0,71	0,60	0,20	1,39	0,06	0,00	0,00	0,81
21 févr.	0,75	0,69	0,26	1,53	0,13	0,00	0,00	1,20

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
22 févr.	0,75	0,67	0,29	1,61	0,15	0,00	0,00	1,19
23 févr.	0,74	0,67	0,24	1,65	0,18	0,00	0,00	1,58
24 févr.	0,77	0,67	0,25	1,54	0,22	0,00	0,00	1,73
25 févr.	0,81	0,74	0,24	1,57	0,23	0,00	0,00	1,86
26 févr.	0,81	0,77	0,21	1,65	0,23	0,00	0,00	1,99
27 févr.	0,83	0,84	0,18	1,73	0,31	0,01	0,00	1,97
28 févr.	0,81	0,78	0,20	1,60	0,34	0,01	0,00	1,72
01 mars	0,84	0,83	0,19	1,58	0,32	0,01	0,00	1,72
02 mars	0,87	0,85	0,22	1,62	0,37	0,08	0,00	1,48
03 mars	0,87	0,85	0,21	1,59	0,43	0,12	0,00	1,39
04 mars	0,87	0,81	0,20	1,56	0,41	0,01	0,00	1,50
05 mars	0,89	0,90	0,01	1,53	0,32	0,01	0,00	1,32
06 mars	0,82	0,84	0,10	1,49	0,22	0,00	0,00	1,16
07 mars	0,84	0,85	0,11	1,44	0,22	0,00	0,00	1,31
08 mars	0,85	0,77	0,01	1,42	0,23	0,00	0,00	1,33
09 mars	0,83	0,80	0,00	1,42	0,30	0,03	0,00	1,47
10 mars	0,88	0,90	0,01	1,48	0,41	0,09	0,00	1,80
11 mars	0,93	0,91	0,01	1,59	0,46	0,31	0,00	1,66
12 mars	0,99	1,01	0,01	1,61	0,54	0,47	0,00	1,34
13 mars	0,98	1,04	0,01	1,50	0,58	0,61	0,00	1,55
14 mars	1,02	1,09	0,02	1,42	0,69	0,76	0,00	1,72
15 mars	1,02	1,06	0,02	1,52	0,71	0,70	0,00	1,74
16 mars	1,07	1,08	0,01	1,59	0,75	0,75	0,00	1,82
17 mars	1,08	1,13	0,30	1,60	0,80	0,74	0,00	1,87
18 mars	1,13	1,16	0,01	1,72	0,87	0,95	0,00	1,88
19 mars	1,12	1,10	0,01	1,79	0,80	0,69	0,00	1,87
20 mars	1,18	1,12	0,01	1,82	0,86	0,77	0,00	1,72
21 mars	1,20	1,15	0,26	1,87	0,98	0,99	0,00	1,77
22 mars	1,25	1,19	0,57	1,95	1,03	1,01	0,00	2,12
23 mars	1,30	1,29	0,60	2,01	1,07	1,11	0,00	2,15
24 mars	1,32	1,27	0,59	2,04	1,08	1,11	0,00	2,18
25 mars	1,33	1,33	0,64	1,98	1,13	1,18	0,00	2,21
26 mars	1,39	1,44	0,53	1,95	1,29	1,34	0,00	2,27
27 mars	1,45	1,50	0,61	2,00	1,42	1,49	0,01	2,47
28 mars	1,49	1,55	0,65	2,02	1,56	1,62	0,04	2,40
29 mars	1,52	1,58	0,66	1,94	1,57	1,65	0,05	2,36
30 mars	1,56	1,59	0,64	2,03	1,58	1,67	0,48	2,41
31 mars	1,58	1,59	0,77	2,07	1,62	1,63	0,96	2,52
01 avril	1,61	1,59	0,87	2,08	1,72	1,64	1,18	2,46
02 avril	1,62	1,60	1,06	2,15	1,78	1,76	0,57	2,58
03 avril	1,60	1,56	0,93	2,21	1,83	1,85	0,80	2,64
04 avril	1,57	1,56	0,62	2,19	1,87	1,90	0,77	2,65
05 avril	1,60	1,68	0,32	2,14	1,90	1,99	0,74	2,73
06 avril	1,55	1,57	0,39	2,19	1,92	2,01	1,00	2,78
07 avril	1,53	1,58	0,50	2,24	1,87	1,95	0,85	2,62
08 avril	1,55	1,51	0,64	2,27	1,80	1,83	0,98	2,66
09 avril	1,52	1,39	0,76	2,38	1,84	1,76	0,77	2,77
10 avril	1,54	1,43	0,49	2,45	1,91	1,93	1,05	3,03
11 avril	1,41	1,42	0,69	2,61	1,81	1,88	0,92	3,17
12 avril	1,54	1,60	0,47	2,80	1,78	1,85	0,66	3,34
13 avril	1,48	1,47	0,46	2,96	1,87	1,79	0,63	3,17
14 avril	1,61	1,66	0,33	2,44	1,89	1,96	0,47	2,88
15 avril	1,76	1,83	0,39	2,58	2,14	2,19	0,82	3,20
16 avril	1,86	1,94	0,31	2,85	2,26	2,44	0,76	3,25

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
17 avril	1,79	1,94	0,31	3,05	2,22	2,41	0,51	3,37
18 avril	1,82	2,01	0,39	3,09	2,21	2,48	0,78	3,57
19 avril	1,95	1,92	0,34	3,09	2,33	2,36	0,88	3,70
20 avril	2,08	2,08	0,60	3,30	2,53	2,56	1,05	3,79
21 avril	2,13	1,90	0,71	3,49	2,63	2,66	1,22	3,78
22 avril	2,14	1,99	0,82	3,35	2,64	2,49	1,43	4,06
23 avril	2,20	2,22	0,93	3,52	2,69	2,63	1,64	4,02
24 avril	2,23	2,16	1,02	3,56	2,73	2,74	1,83	4,14
25 avril	2,26	2,18	1,29	3,79	2,76	2,74	1,91	4,23
26 avril	2,33	2,27	1,16	3,98	2,83	2,73	1,60	4,59
27 avril	2,50	2,44	1,02	4,23	2,96	2,84	1,48	4,85
28 avril	2,54	2,48	1,21	4,57	3,08	2,98	1,84	5,17
29 avril	2,73	2,75	1,56	5,08	3,16	3,22	2,13	5,24
30 avril	2,81	2,72	1,85	4,82	3,33	3,36	2,56	5,23
01 mai	2,92	2,85	2,14	5,60	3,46	3,40	2,58	5,33
02 mai	2,97	2,90	2,02	5,25	3,53	3,50	2,27	5,33
03 mai	3,04	3,02	1,81	5,29	3,58	3,56	2,34	5,18
04 mai	3,17	3,12	1,96	4,75	3,69	3,66	2,62	5,01
05 mai	3,31	3,14	2,27	4,49	3,84	3,73	2,77	5,18
06 mai	3,50	3,32	2,35	4,53	4,02	3,96	2,85	5,65
07 mai	3,65	3,46	2,51	5,27	4,19	4,09	3,17	5,81
08 mai	3,82	3,72	2,73	5,04	4,34	4,23	3,26	5,52
09 mai	4,02	4,00	2,82	4,96	4,51	4,54	3,37	5,53
10 mai	4,24	4,21	2,92	5,12	4,71	4,69	3,73	5,75
11 mai	4,42	4,41	3,22	5,74	4,89	4,86	3,85	6,08
12 mai	4,60	4,59	3,23	6,28	5,09	5,02	3,80	6,38
13 mai	4,85	4,85	3,45	6,85	5,29	5,19	3,93	6,45
14 mai	5,01	5,02	3,70	6,71	5,51	5,52	4,20	6,55
15 mai	5,15	5,13	3,82	6,99	5,66	5,63	4,42	6,66
16 mai	5,32	5,33	4,06	7,28	5,81	5,82	4,83	6,70
17 mai	5,52	5,52	4,30	7,67	6,01	6,08	5,15	6,88
18 mai	5,62	5,65	4,50	7,00	6,17	6,23	5,22	7,12
19 mai	5,80	5,66	4,47	7,36	6,29	6,20	5,22	7,30
20 mai	5,97	5,85	4,63	7,69	6,49	6,35	5,43	7,63
21 mai	6,18	6,10	4,84	8,18	6,67	6,63	5,70	7,46
22 mai	6,23	6,30	4,93	7,99	6,79	6,92	5,69	7,63
23 mai	6,25	6,34	5,07	8,29	6,80	6,98	5,56	7,61
24 mai	6,43	6,40	5,07	8,26	6,93	7,13	5,70	7,72
25 mai	6,56	6,69	5,01	8,57	7,06	7,21	5,84	8,11
26 mai	6,66	6,61	5,21	9,54	7,20	7,29	5,85	8,35
27 mai	6,85	6,81	5,31	9,21	7,36	7,33	5,97	8,59
28 mai	7,01	7,01	5,15	9,87	7,52	7,56	6,11	9,14
29 mai	7,07	7,11	5,24	10,57	7,62	7,61	6,10	9,65
30 mai	7,16	7,09	5,27	10,88	7,70	7,70	6,27	9,82
31 mai	7,28	7,22	5,36	11,00	7,79	7,67	6,52	9,82
01 juin	7,45	7,51	5,65	10,36	7,95	7,96	6,48	9,60
02 juin	7,57	7,69	5,74	10,63	8,09	8,14	6,52	9,60
03 juin	7,74	7,76	5,83	10,21	8,22	8,23	6,76	9,83
04 juin	7,88	8,09	5,71	10,36	8,34	8,39	6,95	9,49
05 juin	7,97	8,10	5,81	10,54	8,47	8,58	7,17	9,68
06 juin	8,02	8,17	5,88	10,17	8,55	8,77	7,45	9,64
07 juin	8,15	8,30	6,04	10,44	8,65	8,77	7,44	9,60
08 juin	8,24	8,24	6,16	10,43	8,75	8,76	7,56	9,90
09 juin	8,43	8,23	6,10	10,55	8,90	8,81	7,73	10,27

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
10 juin	8,57	8,24	5,99	10,67	9,04	8,87	7,59	10,38
11 juin	8,60	8,41	5,93	10,84	9,17	9,05	7,77	10,76
12 juin	8,77	8,74	5,90	11,55	9,30	9,30	8,11	10,73
13 juin	8,79	8,89	5,90	11,68	9,42	9,52	7,98	10,48
14 juin	9,02	9,12	6,14	11,41	9,53	9,61	8,12	11,37
15 juin	9,07	9,07	6,41	11,92	9,67	9,63	8,32	11,56
16 juin	9,22	9,36	6,35	12,40	9,77	9,72	8,68	11,19
17 juin	9,33	9,39	6,40	12,32	9,93	9,88	8,74	11,33
18 juin	9,38	9,43	6,90	12,51	10,00	10,04	8,47	11,37
19 juin	9,43	9,34	6,78	12,47	10,05	10,01	8,41	11,20
20 juin	9,38	9,31	7,01	11,81	10,04	10,06	8,33	11,54
21 juin	9,59	9,59	7,00	12,47	10,12	10,18	8,49	11,91
22 juin	9,81	9,43	6,78	12,79	10,33	10,22	8,86	12,31
23 juin	9,84	9,61	6,98	12,91	10,46	10,23	9,06	12,46
24 juin	9,96	9,73	7,12	13,29	10,54	10,17	9,10	12,22
25 juin	10,10	10,22	6,96	13,27	10,70	10,41	9,29	12,18
26 juin	10,06	10,06	7,18	13,43	10,74	10,95	9,10	12,45
27 juin	10,27	10,35	7,30	13,41	10,82	11,00	9,40	12,60
28 juin	10,22	10,22	7,41	13,27	10,91	10,97	9,54	12,49
29 juin	10,29	10,31	7,77	13,11	10,92	11,03	9,31	12,06
30 juin	10,21	10,23	8,02	13,12	10,88	10,99	9,13	12,19
01 juillet	10,27	10,30	8,46	13,59	10,87	10,98	9,44	12,51
02 juillet	10,51	10,34	8,28	14,51	11,06	11,04	9,86	12,96
03 juillet	10,70	10,66	8,19	15,62	11,39	11,38	10,12	13,56
04 juillet	10,82	10,67	8,12	15,21	11,57	11,46	10,17	13,45
05 juillet	11,01	10,93	8,24	15,46	11,72	11,52	10,50	13,40
06 juillet	11,05	11,00	8,41	14,91	11,85	11,79	10,31	13,66
07 juillet	11,21	11,22	8,42	14,90	11,96	11,89	10,11	13,78
08 juillet	11,25	11,49	8,31	15,39	12,05	12,18	10,31	14,04
09 juillet	11,37	11,54	8,41	16,41	12,11	12,31	10,30	14,21
10 juillet	11,47	11,63	8,40	15,29	12,25	12,52	10,26	14,26
11 juillet	11,44	11,72	9,13	15,88	12,25	12,50	10,01	13,84
12 juillet	11,43	11,47	8,93	16,33	12,24	12,53	9,82	13,64
13 juillet	11,49	11,64	8,83	16,86	12,27	12,39	9,85	13,66
14 juillet	11,51	11,91	8,94	17,05	12,32	12,62	10,01	13,80
15 juillet	11,68	11,70	9,58	16,89	12,41	12,70	10,52	13,92
16 juillet	11,66	11,38	9,19	15,11	12,47	12,27	10,97	14,12
17 juillet	11,72	11,34	9,48	15,64	12,46	12,19	11,24	14,36
18 juillet	11,94	12,08	9,39	16,42	12,61	12,49	10,92	14,51
19 juillet	11,88	11,88	9,46	16,74	12,68	12,71	10,79	14,65
20 juillet	12,01	12,20	9,67	16,59	12,72	12,80	10,63	14,42
21 juillet	12,11	11,99	10,03	16,56	12,85	13,01	10,85	14,38
22 juillet	12,10	11,86	9,79	16,77	12,85	12,81	11,25	14,43
23 juillet	12,04	12,08	9,45	15,85	12,80	12,92	10,67	14,16
24 juillet	11,95	12,22	9,31	16,44	12,73	13,00	10,24	13,83
25 juillet	12,02	12,03	9,26	15,50	12,74	12,86	10,13	14,48
26 juillet	12,13	12,03	9,39	15,99	12,83	12,83	10,82	14,62
27 juillet	12,16	12,05	9,58	16,60	12,88	12,88	11,46	14,53
28 juillet	12,23	12,08	9,82	16,48	12,90	12,70	11,47	14,93
29 juillet	12,47	12,29	10,22	16,94	13,08	12,83	11,61	15,12
30 juillet	12,48	12,15	10,47	17,45	13,21	13,06	11,44	14,93
31 juillet	12,61	12,71	10,20	16,92	13,30	13,25	11,19	15,07
01 août	12,64	12,65	10,12	16,80	13,36	13,33	11,14	14,76
02 août	12,69	12,44	10,24	17,05	13,38	13,37	11,28	14,80

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
03 août	12,74	12,58	10,23	16,75	13,42	13,53	11,41	15,30
04 août	12,72	12,53	10,06	16,54	13,44	13,27	11,71	15,48
05 août	12,70	12,89	10,32	16,88	13,41	13,68	11,56	15,54
06 août	12,75	12,69	10,43	17,28	13,41	13,45	11,54	15,32
07 août	12,78	12,74	10,65	16,90	13,50	13,60	11,62	15,72
08 août	12,87	12,67	10,60	16,88	13,55	13,53	11,59	16,16
09 août	12,98	12,60	10,79	16,84	13,67	13,48	11,92	16,55
10 août	13,12	12,81	10,97	16,77	13,82	13,56	12,31	16,66
11 août	13,20	13,20	10,71	17,12	13,89	13,74	12,37	16,14
12 août	13,11	13,20	11,08	16,63	13,82	13,76	12,04	15,76
13 août	13,03	13,04	10,78	16,89	13,70	13,56	11,60	15,49
14 août	13,01	13,11	10,12	16,21	13,65	13,81	11,63	15,13
15 août	13,02	12,93	9,79	16,48	13,63	13,70	11,58	15,83
16 août	12,98	12,47	9,54	16,68	13,64	13,48	11,56	16,08
17 août	12,95	12,82	10,14	16,69	13,60	13,31	11,83	15,68
18 août	12,85	12,94	10,38	16,35	13,51	13,72	11,86	15,60
19 août	12,85	12,83	10,86	15,87	13,40	13,50	11,89	15,24
20 août	12,92	12,93	11,09	15,77	13,43	13,43	12,11	14,86
21 août	13,02	12,87	11,36	16,09	13,54	13,27	12,46	15,67
22 août	13,12	12,77	11,24	16,42	13,65	13,48	12,39	15,83
23 août	13,05	13,16	10,95	17,22	13,63	13,42	12,12	15,57
24 août	12,95	13,29	10,93	16,29	13,48	13,71	11,99	15,01
25 août	12,95	13,15	10,67	15,82	13,40	13,62	11,67	14,65
26 août	12,92	12,74	10,53	15,77	13,41	13,48	11,45	15,38
27 août	12,97	12,75	10,20	16,12	13,43	13,25	11,71	15,74
28 août	12,91	12,55	10,41	16,00	13,44	13,05	11,64	15,53
29 août	12,84	12,62	10,64	16,43	13,34	13,02	11,79	15,42
30 août	12,81	12,74	10,80	16,56	13,25	13,11	11,95	14,96
31 août	12,80	12,73	10,92	16,38	13,20	13,03	11,78	15,23
01 sept.	12,82	12,97	11,00	15,66	13,21	13,32	11,90	15,03
02 sept.	12,75	12,66	10,55	15,61	13,18	13,28	11,50	15,82
03 sept.	12,84	12,91	10,33	16,17	13,11	13,01	11,34	15,98
04 sept.	12,85	13,02	10,28	15,96	13,18	13,19	11,39	15,69
05 sept.	12,85	13,12	10,36	15,79	13,28	13,29	11,35	15,63
06 sept.	12,78	12,72	10,49	16,05	13,23	13,33	11,50	15,30
07 sept.	12,80	12,95	10,42	15,91	13,15	12,99	11,11	14,71
08 sept.	12,70	12,63	10,54	15,70	13,08	13,24	10,98	14,67
09 sept.	12,69	12,57	10,51	15,56	13,02	12,90	11,28	14,65
10 sept.	12,61	12,18	10,60	15,37	13,02	12,76	11,73	14,93
11 sept.	12,59	12,23	10,56	15,69	12,93	12,72	11,29	14,87
12 sept.	12,54	12,04	10,62	15,95	12,78	12,28	11,41	14,89
13 sept.	12,46	12,41	10,63	16,18	12,73	12,45	11,49	15,35
14 sept.	12,42	12,57	10,38	16,37	12,68	12,63	11,03	15,84
15 sept.	12,40	12,50	10,24	16,26	12,64	12,58	10,19	15,99
16 sept.	12,36	12,62	9,80	16,26	12,60	12,71	10,04	15,54
17 sept.	12,39	12,60	9,77	15,91	12,53	12,73	10,28	15,17
18 sept.	12,28	12,23	9,66	15,37	12,46	12,62	10,50	14,74
19 sept.	12,20	12,16	9,58	15,13	12,40	12,29	10,17	14,74
20 sept.	12,14	12,27	9,46	15,50	12,33	12,41	10,04	14,80
21 sept.	11,99	11,86	9,54	15,01	12,25	12,56	10,18	14,52
22 sept.	11,89	11,84	9,71	14,41	12,05	11,79	10,52	13,76
23 sept.	11,73	11,63	9,88	14,29	11,91	11,98	10,17	14,00
24 sept.	11,58	11,39	9,90	14,15	11,70	11,75	10,23	13,74
25 sept.	11,45	11,24	9,83	14,17	11,51	11,41	10,20	13,94

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
26 sept.	11,35	11,42	9,59	14,10	11,43	11,22	10,12	13,64
27 sept.	11,23	11,00	9,18	13,93	11,30	11,17	9,53	13,85
28 sept.	11,15	10,95	8,96	13,95	11,20	11,04	9,29	13,90
29 sept.	11,04	10,89	8,99	14,29	11,05	10,74	8,93	13,75
30 sept.	10,88	10,75	8,94	14,23	10,96	10,60	9,04	13,40
01 oct.	10,68	10,75	9,01	13,78	10,77	10,56	9,25	12,91
02 oct.	10,57	10,61	9,02	13,41	10,63	10,85	9,06	12,47
03 oct.	10,47	10,43	8,96	12,87	10,52	10,60	9,07	12,20
04 oct.	10,32	10,39	8,96	12,32	10,29	10,40	8,85	11,74
05 oct.	10,17	10,17	8,84	12,12	10,12	10,16	8,59	11,64
06 oct.	10,03	10,04	8,62	11,96	9,95	10,16	8,25	11,51
07 oct.	9,87	9,79	8,32	11,80	9,80	9,89	8,07	11,16
08 oct.	9,68	9,50	8,00	11,55	9,64	9,45	7,71	11,28
09 oct.	9,52	9,43	7,64	11,48	9,39	9,23	7,12	11,72
10 oct.	9,38	9,36	7,24	11,88	9,28	9,11	6,99	11,67
11 oct.	9,17	9,20	7,04	11,51	9,13	9,33	6,45	10,92
12 oct.	9,01	9,18	6,75	10,67	8,97	8,98	6,51	10,46
13 oct.	8,92	8,96	6,55	10,26	8,85	8,92	6,55	9,97
14 oct.	8,79	8,87	6,55	10,00	8,75	8,89	6,17	9,82
15 oct.	8,63	8,73	6,44	9,86	8,55	8,70	6,36	10,00
16 oct.	8,37	8,59	6,41	10,00	8,31	8,53	6,41	9,68
17 oct.	8,23	8,48	6,43	9,62	8,07	8,31	6,53	9,25
18 oct.	8,13	8,31	6,52	9,49	7,98	8,00	6,24	9,48
19 oct.	7,99	7,99	6,47	9,58	7,88	8,05	6,15	9,08
20 oct.	7,83	7,83	6,27	9,42	7,69	7,87	5,97	9,25
21 oct.	7,75	7,61	6,17	9,44	7,59	7,60	6,03	9,27
22 oct.	7,65	7,59	6,15	9,44	7,56	7,49	6,13	9,10
23 oct.	7,49	7,39	6,11	9,20	7,33	7,11	5,93	9,19
24 oct.	7,34	7,33	5,99	9,36	7,17	7,18	5,48	9,28
25 oct.	7,16	7,26	5,74	9,31	7,04	7,08	5,13	9,20
26 oct.	6,96	7,13	5,27	9,13	6,80	6,89	4,23	8,87
27 oct.	6,77	7,10	4,59	8,85	6,61	6,82	4,16	8,42
28 oct.	6,59	6,78	4,37	8,50	6,46	6,73	4,36	7,95
29 oct.	6,42	6,55	4,48	8,16	6,22	6,23	4,47	7,95
30 oct.	6,23	6,27	4,44	8,11	6,05	6,16	4,27	8,08
31 oct.	5,99	6,21	4,24	8,09	5,83	5,91	3,74	7,85
01 nov.	5,76	5,90	4,03	8,01	5,55	5,72	3,60	7,66
02 nov.	5,57	5,76	3,81	7,90	5,37	5,57	3,02	7,39
03 nov.	5,44	5,73	3,41	7,76	5,22	5,45	2,79	7,37
04 nov.	5,29	5,40	2,95	7,51	5,13	5,34	2,31	7,06
05 nov.	5,11	5,10	2,56	7,34	4,92	5,18	1,94	6,93
06 nov.	4,87	4,95	2,29	7,17	4,71	4,88	1,80	6,61
07 nov.	4,63	5,02	2,12	6,82	4,44	4,86	1,71	6,32
08 nov.	4,41	4,48	2,06	6,57	4,17	4,63	1,88	5,80
09 nov.	4,24	4,29	1,86	6,09	3,98	3,88	2,01	5,70
10 nov.	4,07	4,29	2,11	5,98	3,86	4,00	2,04	5,93
11 nov.	3,91	3,76	2,02	5,88	3,71	3,59	1,70	5,84
12 nov.	3,74	3,57	1,91	5,82	3,51	3,54	1,54	5,86
13 nov.	3,52	3,57	1,53	5,82	3,30	3,41	1,25	5,51
14 nov.	3,42	3,42	1,09	5,82	3,10	3,18	0,27	5,48
15 nov.	3,29	3,27	0,42	6,21	2,97	2,95	0,29	5,82
16 nov.	3,17	3,21	0,51	6,64	2,85	2,98	0,70	6,28
17 nov.	2,99	2,92	0,54	6,48	2,70	2,59	0,28	5,99
18 nov.	2,78	2,68	0,60	6,05	2,53	2,37	0,71	5,63

Date	PK 51				PK 35			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
19 nov.	2,60	2,40	0,64	5,67	2,29	2,31	0,13	4,95
20 nov.	2,49	2,38	0,53	5,07	2,14	2,09	0,05	4,39
21 nov.	2,40	2,26	0,48	4,68	2,10	2,16	0,05	4,10
22 nov.	2,22	2,08	0,47	4,50	1,92	1,94	0,05	4,04
23 nov.	2,06	2,04	0,44	4,19	1,67	1,69	0,06	3,36
24 nov.	1,96	1,94	0,42	3,71	1,51	1,72	0,12	2,84
25 nov.	1,87	1,76	0,49	3,36	1,45	1,62	0,06	2,57
26 nov.	1,65	1,81	0,46	3,14	1,30	1,38	0,08	2,81
27 nov.	1,50	1,53	0,40	2,93	1,10	1,15	0,18	2,49
28 nov.	1,51	1,44	0,47	2,86	1,04	0,95	0,24	2,14
29 nov.	1,41	1,13	0,55	2,94	1,06	0,86	0,13	2,36
30 nov.	1,43	1,23	0,50	2,85	0,93	0,73	0,16	2,34
01 déc.	1,35	1,20	0,55	2,88	0,80	0,76	0,07	2,02
02 déc.	1,40	1,19	0,62	2,96	0,80	0,70	0,13	1,92
03 déc.	1,38	1,41	0,59	2,68	0,71	0,55	0,02	2,01
04 déc.	1,32	1,15	0,21	2,59	0,67	0,55	0,00	2,01
05 déc.	1,29	1,19	0,17	2,51	0,66	0,59	0,00	1,90
06 déc.	1,26	1,12	0,20	2,43	0,67	0,53	0,00	1,84
07 déc.	1,10	1,09	0,21	2,17	0,60	0,49	0,00	1,74
08 déc.	0,97	0,95	0,18	2,29	0,48	0,19	0,00	1,69
09 déc.	0,98	0,98	0,17	2,12	0,36	0,08	0,00	1,51
10 déc.	1,06	1,15	0,17	2,40	0,34	0,05	0,00	1,53
11 déc.	1,00	0,89	0,17	2,34	0,35	0,06	0,00	1,36
12 déc.	0,92	0,79	0,21	2,03	0,35	0,10	0,00	1,39
13 déc.	0,98	0,79	0,25	1,93	0,37	0,31	0,00	1,17
14 déc.	0,93	0,83	0,20	1,83	0,38	0,20	0,00	1,20
15 déc.	0,96	0,83	0,16	1,75	0,35	0,10	0,00	1,34
16 déc.	0,95	0,85	0,14	1,77	0,31	0,08	0,00	1,30
17 déc.	0,92	0,87	0,12	1,81	0,37	0,18	0,00	1,57
18 déc.	0,91	0,85	0,11	1,81	0,40	0,15	0,00	1,54
19 déc.	0,91	0,82	0,13	1,89	0,33	0,07	0,00	1,40
20 déc.	0,92	0,82	0,13	1,91	0,32	0,02	0,00	1,40
21 déc.	0,90	0,85	0,12	1,82	0,32	0,05	0,00	1,09
22 déc.	0,91	0,79	0,10	1,77	0,36	0,06	0,00	1,41
23 déc.	0,87	0,68	0,11	1,89	0,34	0,01	0,00	1,67
24 déc.	0,87	0,81	0,14	2,00	0,32	0,00	0,00	1,50
25 déc.	0,89	0,84	0,12	2,11	0,32	0,00	0,00	1,44
26 déc.	0,89	0,79	0,13	2,18	0,30	0,00	0,00	1,58
27 déc.	0,87	0,83	0,12	2,19	0,28	0,01	0,00	1,49
28 déc.	0,86	0,88	0,08	2,10	0,19	0,00	0,00	1,26
29 déc.	0,85	0,88	0,07	2,02	0,20	0,00	0,00	1,43
30 déc.	0,81	0,78	0,09	2,00	0,15	0,00	0,00	0,95
31 déc.	0,77	0,73	0,09	1,81	0,09	0,00	0,00	0,67

Référence

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

■ CA-26

Références : ÉI, volume 2 (milieu physique), section 17 (régime thermique), figure 17-1, page 17-3

Hydro-Québec 2007c. Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel. Novembre 2007. 148 p.

Les courbes ayant été modélisées pour les situations actuelles et futures sont retrouvées aux planches 4 et 18 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec 2007c).

Afin de faciliter l'analyse de ces données, le promoteur devra :

- a) Présenter sur des figures individuelles les années 1984 à 2003 qui ont été utilisées pour produire ces planches.
- b) Ajouter toutes les années disponibles, actuelles et futures, suivant l'année 2003 telle qu'illustrée à la figure 17-1 de l'ÉI (volume 2).
- c) Expliquer les écarts entre les courbes enveloppes minimum et maximum retrouvées à la planche 18 et les différentes courbes modélisées (courbes bleues).

Réponse

a) *Figures des années individuelles*

Les figures individuelles des températures de l'eau et des débits pour la période de 1984-2003 qui ont servi à produire les planches 4 et 18 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec Équipement, 2007) sont jointes à l'annexe CA-26 du présent document. Les séries utilisées sont les plus récentes ; elles ont été revues dans le cadre de la réponse à la question CA-34.

b) *Années disponibles après 2003*

On ne dispose en ce moment d'aucune année après 2003, principalement parce que les séries d'intrants en débit et en niveau d'eau des réservoirs sont des séries de conception qui s'arrêtent en octobre 2003.

c) *Écart entre les courbes enveloppes et les courbes annuelles*

Les courbes annuelles ont été calculées en supposant qu'il n'y a pas de déplacement vertical de l'eau devant le canal d'amenée de la Romaine-1 attribuable à des ondes internes dans le réservoir de la Romaine 1.

Les courbes enveloppes ont été calculées en supposant qu'il y avait des déplacements verticaux de l'eau de 8 m en été et de 3 m en hiver. L'enveloppe présentée provient du maximum des maximums et du minimum des minimums obtenus de cette façon.

Référence

Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine Avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel*. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 148 p.

■ CA-27

Références : Génivar 2007a. *Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p. et annexes.*
Hydro-Québec 2007c. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel. Novembre 2007. 148 p.*

Le promoteur a produit à l'annexe 1 de Génivar (2007a) le calcul de la durée de l'incubation des œufs au PK 16 en conditions actuelles (tableau A1-2), le calcul de la durée de l'incubation des œufs au PK 35 en conditions futures (tableau A1-3), le calcul de la date d'émergence des alevins au PK 16 en conditions actuelles (tableau A1-4) et le calcul de la date d'émergence des alevins au PK 35 en conditions futures (tableau A1-5).

Selon les informations contenues à la planche 4 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec 2007c), les températures actuelles au PK 16 utilisées pour produire les tableaux A1-2 et A1-4 ne concordent pas avec les températures moyennes retrouvées sur la courbe moyenne de la planche 4. De la même façon, les données de la courbe des températures moyennes de la planche 18, représentant les températures à la sortie de la centrale de la Romaine-1, ne concordent pas avec les données utilisées pour construire les tableaux A1-3 et A1-5.

De plus, le MPO est d'avis que les températures qui doivent être utilisées pour produire ces évaluations devraient considérer les évaluations faites pour le PK 35 ou le PK 51, site des frayères à saumons, afin de mieux illustrer les situations en conditions actuelles et futures.

Le promoteur devra :

- a) Valider les températures en conditions actuelles et futures qui ont été utilisées pour le calcul des dates d'incubation et d'émergence.
- b) Produire une analyse permettant de vérifier l'effet des modifications du régime thermique sur ces 2 phases du cycle vital du saumon en considérant les conditions actuelles et futures aux sites des PK34,5 et 51.

Réponse

a) *Validation des températures*

Comme l'indique l'annexe 1 de GENIVAR (2007), le régime thermique au PK 16 de la Romaine en conditions actuelles a été calculé à l'aide du modèle Rivetherm. Ce modèle a permis d'établir un bilan journalier des échanges thermiques entre l'air et la surface de la rivière. Les années 1984 à 2003 ont été simulées et, pour une date donnée, la température journalière correspond à la moyenne des 20 années simulées. Les températures mesurées dans les rivières Romaine, de l'Abbé- Huard et Romaine Sud-Est ont permis de valider le modèle.

On a utilisé le modèle « Restherm » pour établir le régime thermique des réservoirs projetés. Ce modèle permet de reproduire l'établissement de la stratification thermique. Il utilise les courbes de stockage et le mode d'exploitation des réservoirs, le régime des apports naturels et les caractéristiques physiques des ouvrages qui soutirent le débit. Les mêmes années ont été simulées (1984-2003). Pour prédire l'évolution de la température de l'eau entre la centrale de la Romaine-1 et l'aval (PK 35), le modèle Rivetherm tient compte des caractéristiques physiques de l'écoulement en rivière (profondeur, vitesse et largeur du cours d'eau).

En hiver, la température de l'air sera plus basse que celle de l'eau à la sortie de la centrale de la Romaine-1, de sorte que l'eau se refroidira à mesure qu'elle progressera vers l'aval, pour atteindre 0°C. Pendant cette période, la glace de rive et les assiettes de frasil isolent la surface de l'eau, ce qui retarde légèrement le processus de refroidissement. À l'inverse, au printemps, la fonte de la glace retarde le réchauffement de l'eau. Comme le modèle Rivetherm ne tient pas compte de la formation ni de la fonte de la glace, on a utilisé les résultats du modèle Mike-Ice pour définir la température de l'eau entre le 3 novembre et le 13 mai. Ces résultats ont été intégrés à la figure 17-9 de l'étude d'impact et à la figure 6 du rapport sectoriel de l'étude des glaces (Groupe-conseil LaSalle, 2007). C'est pour cette raison que les données représentées sur les planches ne correspondent pas à celles qui ont été utilisées dans les tableaux A1-2 à A1-5.

b) Effet des modifications du régime thermique aux PK 34,5 et 51

En conditions actuelles, il n'y a pas de différence entre les températures de l'eau au PK 16 et au PK 51 car la Romaine coule principalement d'ouest en est dans ce tronçon. Pour la modélisation des durées d'incubation des œufs et de la période intragravier des alevins en conditions futures, on utilise les températures de l'eau au PK 34,5 car c'est à cet endroit que se trouve la frayère à saumon la plus importante de la Romaine (au moins 65 % de tous les nids de saumon de la rivière).

Une modélisation de l'incubation des œufs et de l'émergence des alevins a été faite avec les valeurs des températures prévues à la sortie du canal de fuite, au PK 51,1 (voir le tableau CA-27-1). Par rapport aux conditions actuelles, les températures de l'eau à cet endroit seront plus chaudes de quelques dixièmes de degrés Celsius en hiver, mais légèrement plus froides entre avril et juin. Pour cette raison, il y a un écart de quatre jours entre les dates d'éclosion prédites par le modèle pour les PK 51,5 et 35 ; en ce qui concerne la date d'émergence, l'écart est d'une journée seulement.

Tableau CA-27-1 : Dates d'éclosion et d'émergence modélisées pour le saumon atlantique – Conditions actuelles et futures

Conditions	PK	Date d'éclosion modélisée	Date d'émergence modélisée
Actuelles	16	29 mai	19 juin
Futures	34,5	19 mai	21 juin
Futures	51,5	15 mai	20 juin

Références

- GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 94 p. et ann.
- Groupe-conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement*. Rapport n° R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-conseil LaSalle. 46p. et ann.

■ CA-28

Références : ÉI, volume 9 (méthodes), tableau M11-17, page M11-44

Génivar 2007c. Complexe de la Romaine – Faune ichtyenne : potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

La méthodologie utilisée pour calculer l'effet des modifications du régime thermique sur la croissance des espèces présentes en aval de la centrale de la Romaine-1 est retrouvée dans le volume 9 de l'ÉI ainsi qu'à l'annexe 9 de Génivar (2007c). On y expose deux méthodes différentes pour calculer les différences de croissance entre les conditions actuelles et futures.

Afin de clarifier les résultats obtenus dans le tableau M11-17 de l'ÉI (volume 9), le promoteur devra détailler le calcul ayant mené aux différents résultats de facteurs de corrections pour le tronçon en aval de la centrale de la Romaine-1 en précisant les données de température utilisées.

Réponse

Les méthodes présentées à l'annexe 9 du rapport sectoriel de GENIVAR (2007) et au tableau M11-17 de l'étude d'impact sont les mêmes. En fait, il s'agit d'une seule méthode qui comporte deux étapes. La première consiste à déterminer un facteur de correction universel pour tenir compte des changements de température dans le milieu aquatique. Pour y arriver, les courbes de croissance en biomasse des principales espèces de poissons présentes dans le bassin de la Romaine ont été établies et exprimées en pourcentage de leur capacité maximale de production (échelle de 0 à 100 %). Par la suite, on a appliqué les équations décrivant cette relation aux différents secteurs du projet en tenant compte de la température de chaque jour de l'année, en conditions actuelles (A) et en conditions futures (B). La moyenne de la différence entre les deux variables ($B - A$) produit le facteur de correction désiré. Exprimé en pourcentage, il permet en effet d'ajuster, dans une deuxième étape, les valeurs de production (approche par macrohabitat) ou d'IPP (approche par mésohabitat).

Référence

GENIVAR. 2007. Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 123 p. et ann.

■ CA-29

Références : Hydro-Québec. 1994. RIVTHERM. Logiciel de modélisation du régime thermique des cours d'eau naturels et aménagés. Documentation générale de la version 2.02., Laurent Bilodeau. Rapport RA-1994-0042-01 (07442-RA-94/42). Service Hydraulique. Direction Ouvrages civils. Hydro-Québec. 60 pages.

La modélisation du régime thermique à l'aide de RIVTHERM nécessite de représenter la portion fluviale par une succession de tronçons et de nœuds (Hydro-Québec, 1994). La division des tronçons est influencée par la morphologie de la rivière, les sections de jaugeage disponibles et le degré de détails requis par l'étude.

Considérant que le nombre de nœuds et de tronçons utilisés permet de porter un jugement sur le degré de détails de la modélisation de la portion fluviale de la rivière, le promoteur devra indiquer, pour chaque portion fluviale modélisée l'aide de RIVTHERM, le nombre de nœuds utilisés et le PK correspondant de chacun d'eux.

Réponse

On a utilisé un tronçon fluvial de 31 nœuds pour traiter les PK 83,43 à 62,46, soit entre le canal de fuite de la centrale de la Romaine-2 et la partie profonde du réservoir de la Romaine 1. La liste des nœuds est donnée au tableau CA-29-1.

Pour représenter la rivière du canal de fuite de la Romaine-1 (PK 51,5) au PK 13, on a utilisé un tronçon fluvial de 108 nœuds, dont la liste est donnée au tableau CA-29-2.

Tableau CA-29-1 : Nœuds de calcul utilisés pour représenter le tronçon à écoulement fluvial de la Romaine compris entre les PK 83,43 et 62,46

Nœud	PK	Nœud	PK
1	83,43	17	73,99
2	83,07	18	73
3	82,75	19	72,51
4	82,52	20	71,97
5	82,27	21	71
6	81,96	22	70,03
7	81,81	23	69,01
8	81,58	24	67,99
9	81	25	67,69
10	80,41	26	66,98
11	79,97	27	65,97
12	79,1	28	64,98
13	78	29	63,97
14	77,01	30	62,55
15	76	31	62,46
16	75		

Tableau CA-29-2 : Nœuds de calcul utilisés pour représenter le tronçon à écoulement fluvial de la Romaine compris entre les PK 51,5 et 13,0

Nœud	PK	Nœud	PK	Nœud	PK	Nœud	PK	Nœud	PK	Nœud	PK
1	51,5	21	49,765	41	48,66	61	43,9	81	33,64	101	18,9
2	51,215	22	49,665	42	48,65	62	42,48	82	33	102	17,83
3	51,115	23	49,58	43	48,585	63	41,49	83	32,85	103	16,4
4	51,035	24	49,565	44	48,56	64	40,18	84	32	104	16,15
5	51,015	25	49,5	45	48,5	65	39,65	85	31,23	105	16,08
6	50,895	26	49,465	46	48,46	66	38,5	86	30,75	106	16
7	50,885	27	49,435	47	48,2	67	38	87	30,6	107	14,3
8	50,785	28	49,365	48	47,4	68	37	88	30,45	108	13
9	50,725	29	49,265	49	47,05	69	36,05	89	30,2		
10	50,685	30	49,25	50	46,63	70	35,45	90	29,8		
11	50,635	31	49,165	51	46,4	71	35	91	29		
12	50,585	32	49,15	52	46,18	72	34,8	92	28		
13	50,56	33	49,065	53	45,9	73	34,75	93	27		
14	50,485	34	48,96	54	45,8	74	34,65	94	26,45		
15	50,385	35	48,91	55	45,24	75	34,6	95	26,25		
16	50,285	36	48,86	56	45,14	76	34,5	96	25		
17	50,185	37	48,825	57	44,8	77	34,4	97	24,35		
18	50,085	38	48,81	58	44,68	78	34,22	98	22,9		
19	49,965	39	48,76	59	44,58	79	34	99	21,45		
20	49,865	40	48,71	60	44,2	80	33,7	100	20,25		

■ CA-30

Références : Hydro-Québec Équipement. 2006b. Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévision et l'observation. Laurent Bilodeau et Carole Ogouma. Rapport RA-2006-0010-01. Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Direction Ingénierie de production. Hydro-Québec Équipement. 48 pages + annexes.

La modélisation du régime thermique à l'aide de RESTHERM requiert de représenter le volume du réservoir à l'aide d'un certain nombre de couches horizontales (Hydro-Québec Équipement 2006b).

Considérant que la hauteur de couche utilisée permet de porter un jugement sur le niveau de détails de la modélisation des réservoirs, le promoteur devra indiquer, pour chaque réservoir, le nombre de couches utilisées et leur hauteur.

Réponse

L'épaisseur des couches a été de 0,75 m, sauf pour le réservoir de la Romaine 2, où elle a été de 1,0 m.

Le nombre de couches a varié en cours de calcul en fonction du niveau de l'eau de chacun des réservoirs (voir le tableau CA-30-1).

Tableau CA-30-1 : Calculs de régime thermique – Nombre de couches ayant servi à représenter la colonne d'eau de la partie profonde des réservoirs

Réservoir	Épaisseur des couches (m)	Nombre de couches	
		Niveau d'eau bas	Niveau d'eau élevé
Romaine 4	0,75	80	100
Romaine 3	0,75	88	105
Romaine 2	1,00	92	103
Romaine 1	0,75	44	44

■ CA-31

Références : *Hydro-Québec Équipement. 2006b. Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévision et l'observation. Laurent Bilodeau et Carole Ogouma. Rapport RA-2006-0010-01. Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Direction Ingénierie de production. Hydro-Québec Équipement. 48 pages + annexes.*

Selon le document sur le modèle RESTHERM (Hydro-Québec Équipement 2006b), l'effet du vent sur la nappe d'eau superficielle semble aussi jouer un rôle très important dans la modélisation, surtout au niveau de la température aux exutoires en été.

Le promoteur devra préciser de quelle manière les effets du vent peuvent être modélisés ou tenus compte dans la modélisation du régime thermique des réservoirs ainsi que le niveau d'incertitude qui y sont associés.

Réponse

Généralités sur la prise en compte du vent

Avec le logiciel RESTHERM, l'effet du vent sur le régime thermique des réservoirs est pris en compte dans :

- l'intégration en fonction du temps des apports en chaleur et en moment cinétique qui passent par la surface du réservoir ;
- la redistribution de la chaleur et de l'énergie potentielle au sein du réservoir par mélange vertical et déplacements horizontaux.

Ces deux opérations et le niveau d'incertitude qui leur est associé sont présentées avec un peu plus de détail ci-dessous.

L'effet du vent est aussi déterminant pour la température de l'eau aux exutoires par le biais des déformations du profil vertical de la température de l'eau qui se produisent en tout point du réservoir, incluant la zone où se trouvent les exutoires. La présence des ondes internes est surtout due aux fluctuations et aux inhomogénéités de la vitesse et de la direction du vent sur le réservoir. Cet aspect est évalué indirectement mais de façon déterminante par une heuristique basée sur l'observation des ondes internes et de leur effet dans le réservoir aux Outardes 4. Cet aspect du régime thermique est traité dans la réponse à la question CA-32.

Intégration en fonction du temps des apports par la surface

Les échanges entre l'atmosphère et l'eau qui sont pris en compte avec RESTHERM sont les échanges de :

- chaleur sensible (celle qui se mesure en °C à l'aide d'un thermomètre normal) ;
- chaleur latente (celle qui est associée à l'évaporation de l'eau) ;
- moment cinétique par la contrainte en cisaillement appliquée par le vent sur l'eau.

La forme générale de ces trois échanges est l'expression prototype suivante :

$$\Phi = \rho_A C_V U (Y_{air} - Y_{eau}) \quad (1)$$

où :

U est la vitesse du vent (m/s), typiquement à 10 m au-dessus du plan d'eau.

Y_{air} est la propriété considérée, parmi les suivantes :

- chaleur sensible (représentée par la température de l'air) ;
- chaleur latente (représentée par la pression de vapeur d'eau dans l'air) ;
- moment cinétique (représenté par la vitesse du vent U qui apparaît ainsi une seconde fois dans l'expression).

Y_{eau} est la propriété équivalente à Y_{air} mais caractérisant l'eau ; pour la vitesse de l'eau, on prend la valeur 0.

Φ est un taux de transfert de la propriété par unité de surface, en W/m² pour les chaleurs sensible et latente, et en N/m² pour le moment cinétique.

ρ_A est la masse spécifique de l'air (kg/m³).

C_V est le coefficient d'échange de l'équation prototype.

Le coefficient C_V est lui-même une fonction complexe d'influences variées dont, à nouveau, la vitesse du vent. Pour chacune des trois variables, C_V a une formulation différente. Sa désignation dans la littérature technique est souvent C_D pour le moment cinétique et C_H pour la chaleur sensible.

Provenance des valeurs de vitesse du vent

L'expression (1) fait appel à la vitesse du vent au-dessus de l'eau pour les trois formes d'échange. On obtient la vitesse au-dessus de l'eau à partir d'une valeur terrestre à l'aide d'une formule où intervient une longueur de fetch, qu'on évalue assez sommairement à partir de la morphologie du réservoir.

La valeur terrestre de la vitesse du vent est habituellement calculée à partir d'une série provenant d'une station anémométrique de la région.

Pour l'étude de régime thermique des réservoirs de la Romaine, on a retenu les données de la station du lac Éon, située à une cinquantaine de kilomètres à l'est du

site de la Romaine-4, qui ont été disponibles sporadiquement de 1994 à 2003. On a complété ces données à l'aide de celles de la station de Wabush, située à environ 250 km plus à l'ouest. Les stations des aéroports de Havre-Saint-Pierre et de Sept-Îles n'ont été utilisées que pour la partie de la rivière située en aval de l'aménagement de la Romaine-1 parce que leurs données se rattachent à un site côtier au climat particulier.

Il faut noter aussi que RESTHERM 5 utilise des intrants à cadence journalière et que c'est la moyenne journalière de la vitesse du vent qui a été utilisée pour l'étude de la Romaine.

Distribution de l'effet du vent dans la colonne d'eau

Les taux d'échanges de la relation prototype (1) sont exprimés par rapport à l'interface reliant l'air à l'eau. L'apport en moment cinétique a des effets multiples une fois qu'il a traversé cette interface. On les représente souvent par une collection de phénomènes reliés, tels que les vagues de surface, les courants de dérive, le brassage vertical par turbulence et la formation d'ondes internes.

RESTHERM utilise les trois volets suivants :

- L'apport en moment cinétique est traduit en un taux de dissipation d'énergie mécanique dans l'eau. Ce taux de dissipation est transformé en énergie potentielle par mélange vertical de la stratification thermique, avec un coefficient global d'efficacité de 50% (ajustable au besoin). La valeur de ce coefficient n'est pas nécessairement transférable à d'autres logiciels ou descriptions physiques parce qu'elle est inscrite au sein de l'ensemble des autres formulations utilisées par RESTHERM, dont l'utilisation de moyennes journalières de la vitesse du vent et l'application implicite de cette vitesse à l'ensemble de la superficie du réservoir, malgré l'inhomogénéité connue des champs de vitesse du vent.
- L'apport en moment cinétique est aussi utilisé pour calculer un indice de déplacement horizontal de la nappe superficielle. Cet indice est ensuite utilisé pour calculer un taux d'exposition en surface de l'eau qui, dans la colonne d'eau que RESTHERM utilise, se trouve sous la surface. Cela transfère en profondeur une partie des apports thermiques et radiatifs superficiels.
- L'apport en moment cinétique est utilisé aussi pour produire une valeur fictive de vitesse de dérive de la nappe superficielle et une valeur fictive d'amplitude de la vague. Ces valeurs sont utilisées pour moduler le taux de diffusion verticale de la température de l'eau dans le réservoir.

Niveau d'incertitude sur les échanges air-eau

Dans l'expression prototype (1), la vitesse du vent est présente comme facteur qui modifie directement l'intensité des échanges entre l'air et l'eau. Cette expression suggère que, par exemple, une erreur de 10 % sur la vitesse du vent se traduirait par une erreur d'environ 10 % sur les flux de chaleur et, potentiellement, sur les températures de l'eau. Une erreur systématique sur U pourrait donc causer une erreur systématique sur les résultats du calcul.

Comme la vitesse du vent provient d'une station souvent lointaine, on s'interroge sur la précision du résultat obtenu.

En définitive, il faut se tourner vers la performance globale du logiciel correctement appliqué à des cas connus pour juger de la valeur des résultats. Dans les grandes lignes, la performance de RESTHERM a été convaincante dans le passé.

Les facteurs d'ajustement tel le facteur global qui est appliqué aux échanges par la surface ont donné de bons résultats sans qu'il soit possible d'isoler la contribution du rayonnement solaire, de l'écart de température entre l'air et l'eau, ou de la vitesse du vent.

Il apparaît à l'usage que la formulation unidimensionnelle verticale, qui est à la base de RESTHERM et qui fut proposée par Ryan et Harleman en 1971, continue aujourd'hui à être fructueuse pour la compréhension du régime thermique. Étant bien comprise et appliquée judicieusement, elle permet de livrer des résultats ayant valeur de prévision.

Référence

Ryan, P.J., et D.R.F Harleman. 1971. *Prediction of the Annual Cycle of Temperature Changes in a Stratified lake of Reservoir : Mathematical Model and User's manual*. Rapport n° 137. Cambridge (MA), Ralph M. Parsons Laboratory for Water Resources and Hydrodynamics, Department of Civil Engineering, School of Engineering, Massachusetts Institute of Technology. 132 p.

■ CA-32

Références : n/a

Dans les différents rapports, l'effet des ondes internes du réservoir sur la température de l'eau à l'aval est décrit comme très important.

Puisque l'évaluation de cet effet est peu documentée dans la version actuelle de la description du modèle RESTHERM, le promoteur devra :

- a) Expliquer, à l'aide d'avis produits par les experts ayant développé le modèle RESTHERM, l'ampleur anticipée du phénomène d'ondes internes dans les réservoirs du complexe Romaine comparativement aux autres réservoirs étudiés (Outardes 4, SM-3).
- b) Quantifier l'effet des ondes internes sur les températures à l'aval des réservoirs au moyen, par exemple, d'une analyse de sensibilité qui inclurait également un scénario sans ondes internes.

Réponse

a) Ampleur prévue du phénomène d'ondes internes

Présentation générale des ondes internes en lac et en réservoir

Le phénomène des ondes internes dans les lacs et les réservoirs est relativement bien connu sur le plan qualitatif.

Les ondes internes apparaissent principalement parce que le vent exerce une poussée horizontale sur la couche de surface de l'eau, de sorte que celle-ci se déplace horizontalement. Ces déplacements provoquent l'épaississement ou l'amincissement de l'eau, selon l'endroit observé.

Au gré des changements de vitesse et de direction du vent, des variations d'épaisseur et des courants associés sont créés dans la couche de surface. L'eau sous-jacente vient la remplacer ou se déplace elle-même là où l'eau superficielle s'empile. Ainsi, l'eau sous-jacente se déplace en sens inverse pour compenser les mouvements de l'eau de surface. Ces déplacements font entrer en jeu des forces d'inertie et de flottaison qui ont un caractère ondulatoire. Un coup de vent peut engendrer des changements qui vont se propager dans l'ensemble du réservoir et se faire sentir loin de leur point d'origine et longtemps après leur instant d'origine.

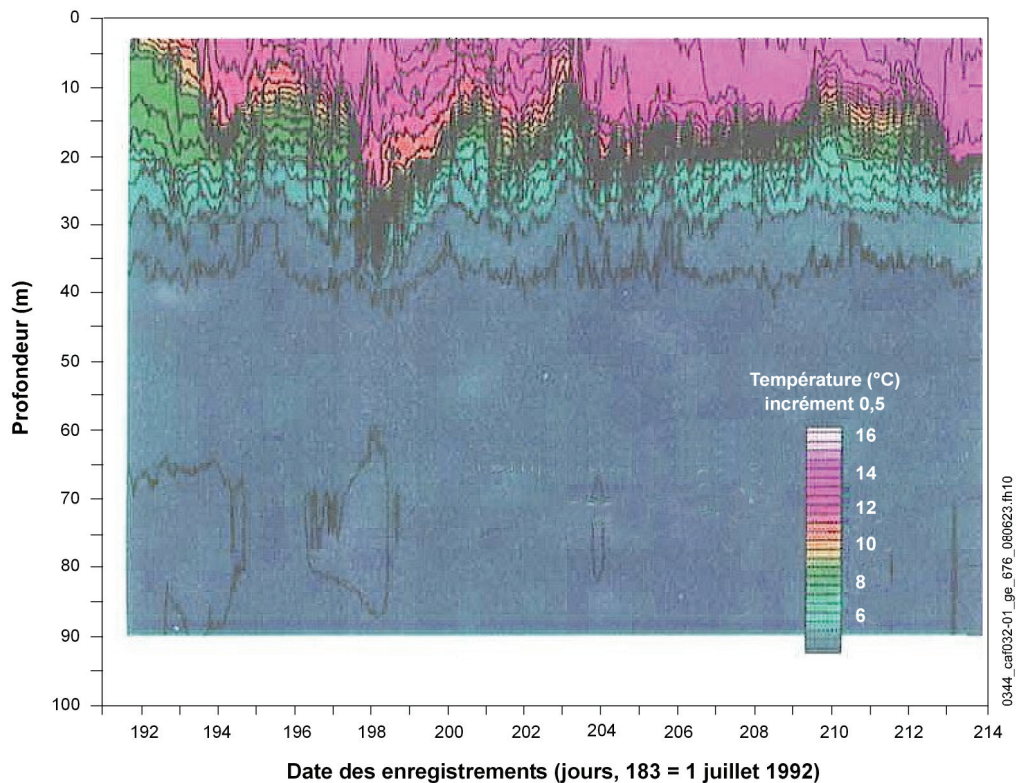
Amplitude des ondes internes du réservoir aux Outardes 4

Durant l'été 1992, un câble a été suspendu à une bouée dans la partie profonde du réservoir aux Outardes 4 en vue de relever la température de l'eau à différentes

profondeurs sur une période de quelques semaines. La figure CA-32-1 présente une interprétation des résultats enregistrés sous forme de position des isothermes en fonction du temps, à l'emplacement de la bouée.

Pour analyser ce diagramme, on peut tenir pour acquis qu'une parcelle d'eau submergée conserve sa température. Ainsi, lorsqu'une isotherme, par exemple celle de 10 °C, se déplace d'une quinzaine de mètres sur la verticale selon un mouvement de va-et-vient, c'est que l'eau à 10 °C s'est elle-même déplacée verticalement. La figure CA-32-1 montre qu'il y a constamment des déplacements verticaux des isothermes dont l'amplitude crête-à-crête dépasse couramment les 10 m et atteint une fois, brièvement, près de 20 m.

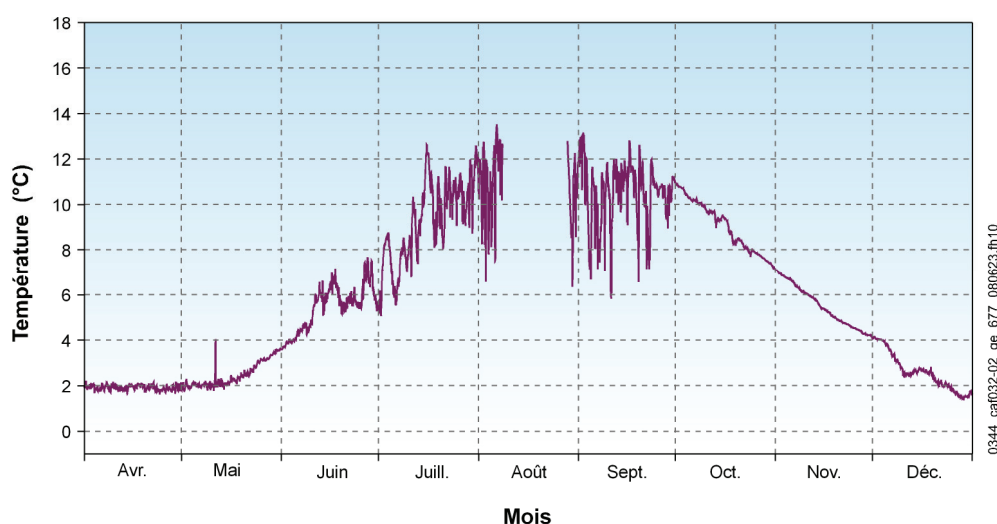
Figure CA-32-1 : Profondeur des isothermes sous une bouée installée dans le réservoir aux Outardes 4 (juillet 1992)



Lors de l'étude du régime thermique réalisée dans le cadre du projet de la Sainte-Marguerite-3 (Hydro-Québec Équipement, 2001), le modèle RESTHERM a d'abord été appliqué au cas du réservoir aux Outardes 4. On a alors choisi de fixer l'amplitude des ondes internes à 8 m (soit une amplitude crête-à-crête de 16 m). La technique de prise en compte des ondes internes est décrite plus loin.

D'une part, l'amplitude de 8 m correspondait à des ondes de grande amplitude bien que non extrêmes, selon les observations faites dans le réservoir (voir la figure CA-32-1). D'autre part, le résultat des calculs pour le réservoir aux Outardes 4 reproduisait bien l'enveloppe de variabilité estivale de la température de l'eau relevée au canal de fuite durant l'été 1992 (voir la figure CA-32-2). On peut voir qu'en été elle présente constamment des fluctuations de 2 à 6 °C sur des durées de quelques heures à quelques jours.

Figure CA-32-2 : Température de l'eau relevée au canal de fuite de la centrale aux Outardes-4 (avril à décembre 1992)



Amplitude des ondes internes du réservoir de la Sainte-Marguerite 3

Lors de l'étude d'Hydro-Québec Équipement (2001), les caractéristiques des ondes internes du réservoir aux Outardes 4 ont été appliquées telles quelles dans les calculs relatifs aux ondes internes du réservoir de la Sainte-Marguerite 3.

La similitude des deux réservoirs a motivé cette approche :

- Les deux réservoirs se trouvent dans une région géographique semblable, à une centaine de kilomètres de la rive nord du Saint-Laurent.
- Ils sont allongés du nord au sud, effilés et légèrement ramifiés.
- Ils ont tous deux une profondeur plusieurs fois supérieure à celle de la thermocline.
- Ils sont des réservoirs de tête alimentés par des rivières non aménagées.

On pouvait donc supposer qu'ils seraient soumis à des influences météorologiques semblables. Des prévisions du régime thermique ont été produites pour la centrale de la Sainte-Marguerite-3 et son canal de fuite en supposant, là aussi, que l'amplitude des ondes internes serait de 8 m en été (16 m crête-à-crête).

En 2006, après le remplissage du réservoir de la Sainte Marguerite 3 et quelques saisons de fonctionnement de la centrale, on a examiné les relevés de la température de l'eau en aval de l'aménagement de la Sainte-Marguerite-3 (Hydro-Québec Équipement, 2006a) puis on les a comparés aux prévisions de 2001. Il s'est avéré que l'enveloppe des fluctuations de température de l'eau avait à nouveau été bien représentée pour la partie des observations qui correspondaient à l'exploitation normale de l'aménagement.

Ce constat est la confirmation que l'amplitude attribuée aux ondes internes du réservoir de la Sainte Marguerite 3 et la méthode utilisée pour leur prise en compte sont appropriées.

Réservoirs du complexe de la Romaine

Le réservoir de la Romaine 4 présentera des caractéristiques analogues à celles des réservoirs de la Sainte-Marguerite 3 et aux Outardes 4 au regard de la position géographique et de la morphologie.

C'est également le cas des réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 2, sauf qu'ils seront alimentés principalement par l'eau issue du réservoir de la Romaine 4 plutôt que par une rivière non aménagée. L'eau séjournera toutefois pendant de longues périodes dans ces réservoirs, de sorte qu'elle sera longuement exposée aux mêmes conditions que l'eau des réservoirs de la Sainte-Marguerite 3 et aux Outardes 4.

On a donc choisi de leur appliquer la même méthode et de considérer qu'une amplitude de 8 m représentait une estimation raisonnable des ondes internes pour esquisser l'enveloppe de la variabilité de la température de l'eau dans leur partie aval.

Le réservoir de la Romaine 1 est un cas particulier car il est court, étroit, se renouvelle dans un délai d'une à deux semaines et présente une thermocline profonde. À plusieurs égards, il ressemble plutôt au réservoir aux Outardes 3. On a décidé de lui appliquer aussi la même amplitude d'ondes internes de façon à faire ressortir au moins qualitativement que l'eau à ses exutoires présenterait aussi une certaine variabilité. Comme le réservoir est faiblement stratifié et que sa thermocline est profonde, l'effet de cette hypothèse est modéré mais jugé utile.

Ainsi, on a jugé souhaitable d'utiliser la même valeur d'amplitude que celle qui a été observée au réservoir aux Outardes 4 et qui a donné de bons résultats pour l'aménagement de la Sainte-Marguerite-3 pour prévoir les conditions futures aux

réservoirs de la Romaine 4, de la Romaine 3 et de la Romaine 2 et pour calculer le régime thermique dans les quatre réservoirs et à leur aval.

b) Effet des ondes internes sur les températures à l'aval des réservoirs

Lorsqu'on s'intéresse à la température de l'eau qui est soutirée du réservoir et acheminée dans le canal de fuite de la centrale, on doit tenir compte du fait que l'eau soutirée est forcément celle qui se trouve devant le canal d'amenée au moment où se fait le soutirage.

Si les ondes internes font fluctuer l'épaisseur de la couche de surface d'une quinzaine de mètres dans le réservoir, on peut supposer que ce phénomène se produit aussi devant le canal d'amenée. La composition de l'eau soutirée reflétera cette situation.

Le logiciel RESTHERM calcule assez efficacement le profil vertical du réservoir dans son ensemble. La méthode utilisée pour évaluer l'effet des ondes internes sur la température de l'eau soutirée consiste à utiliser ce profil vertical avec un simple décalage vers le haut ou vers le bas, aux fins de calcul.

Ce déplacement vertical est illustré par la figure CA-32-3. On y présente le profil vertical évalué par RESTHERM pour le réservoir de la Romaine 2 en date du 1^{er} août 1988. On y présente également la version du même profil décalée vers le haut et décalée vers le bas.

Lorsqu'on décale vers le haut de 8 m, par exemple, on élimine simplement les 8 m supérieurs du profil. La valeur du bas du profil est appliquée sur les 8 m qui apparaissent maintenant entre le bas de la courbe et le fond du réservoir.

Lorsqu'on décale le profil vers le bas, on élimine les 8 m inférieurs du profil vertical et on applique la valeur la plus superficielle du profil aux 8 m qui apparaissent maintenant en haut du nouveau profil.

Pour chaque évaluation de la température de l'eau soutirée, trois valeurs sont produites :

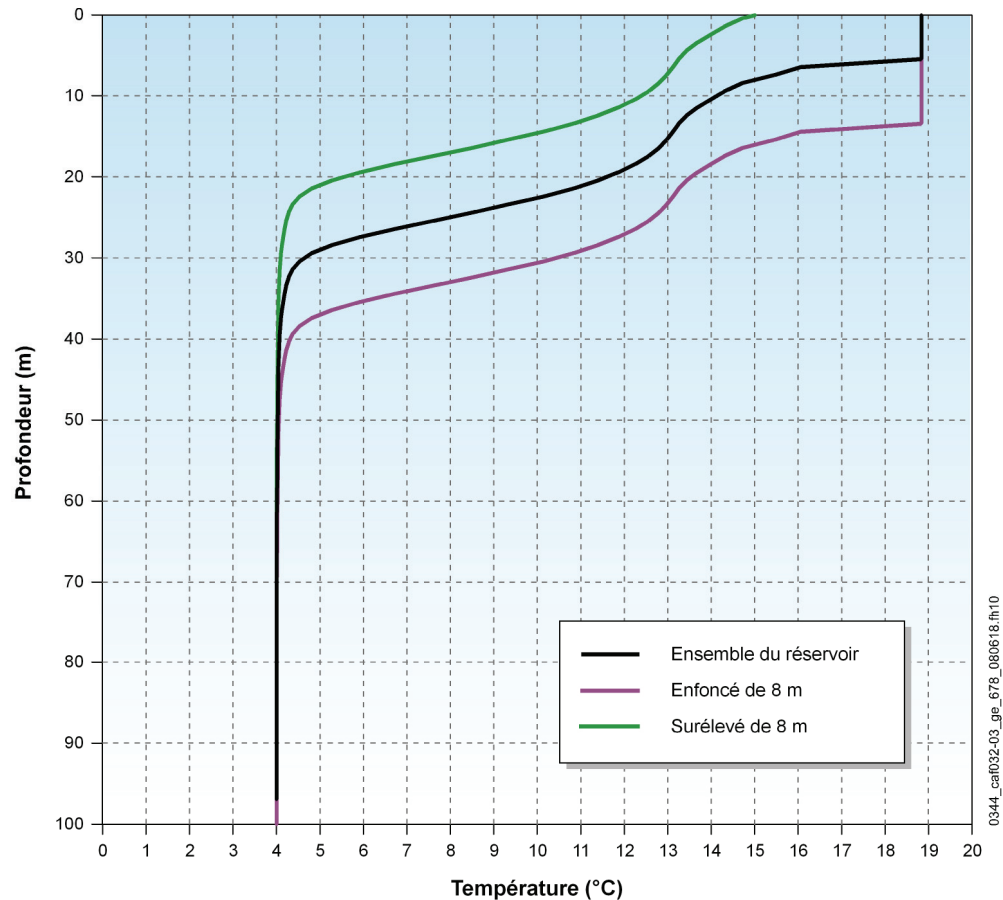
- à partir du profil vertical de la température de l'eau de l'ensemble du réservoir ;
- à partir du profil avec épaissement de la couche de surface (8 m en été) ;
- à partir du profil avec amincissement de la couche de surface (8 m en été).

La température de l'eau obtenue avec le profil non modifié est celle qui est transférée au réservoir ou au tronçon fluvial en aval pour les fins d'un calcul enchaîné sur plusieurs domaines. Elle correspond à la valeur « sans ondes internes devant la prise d'eau ».

Les deux autres valeurs sont utilisées pour produire les diagrammes et tableaux qui indiquent le domaine de la variabilité de la température de l'eau en aval.

Avec ce mode de calcul, les cas « avec » et « sans » ondes internes devant le canal d'amenée sont traités en un seul calcul.

Figure CA-32-3 : Profil vertical de la température de l'eau du réservoir de la Romaine 2



Cela est satisfaisant pour le canal de fuite de la Romaine-4 et de la Romaine-3, car on peut supposer que les fluctuations de la température de l'eau dans les réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 2 vont se diluer dans le volume des réservoirs et n'auront pas d'effet marqué plus en aval.

En aval de la centrale de la Romaine 2, cependant, un tronçon fluvial recevra de l'eau à des températures très variables, et on souhaite que l'enveloppe des fluctuations y soit propagée vers le réservoir de la Romaine-1. Pour ce faire, on suppose que le déplacement vertical du profil dans le réservoir de la Romaine 2 suit une courbe sinusoïdale en fonction du temps. L'amplitude est la même que dans les autres

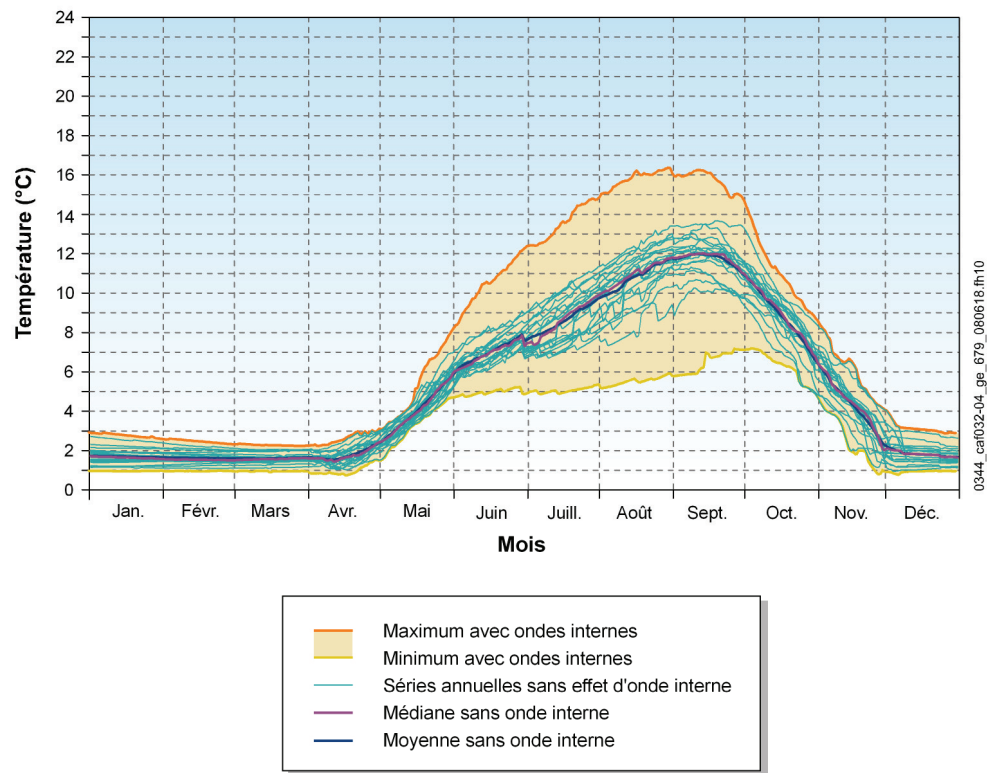
réservoirs. La période est choisie non pas en fonction des phénomènes d'ondes internes réels, mais en fonction des besoins des illustrations et de sa propagation maximale vers l'aval (à travers le réservoir de la Romaine 1). Dans les calculs, la période a été fixée à huit jours. Cette hypothèse « pessimiste » correspond aux ondes les plus longues observées au réservoir aux Outardes 4, qui sont probablement associées à des épisodes de vent persistant. Par cet artifice, l'enveloppe de la variabilité de la température de l'eau du réservoir de la Romaine 2 est transmise au cours fluvial des PK 83 à 62 puis à travers le réservoir de la Romaine 1 jusqu'à le cours inférieur de la Romaine.

La moyenne et la médiane des cycles annuels sur plusieurs années du calcul « sans ondes internes devant le canal d'amenée » sont utilisées comme estimation de la moyenne et de la médiane qui seront trouvées en conditions naturelles.

La méthode heuristique décrite ci-dessus contourne la difficulté qu'il y a à représenter la mécanique des ondes internes par le détail des formulations hydrodynamiques. Elle permet de produire un portrait raisonnable de l'enveloppe de la variabilité de la température de l'eau.

Les scénarios « avec » et « sans » cette manifestation des ondes internes font donc déjà partie intégrante des résultats du rapport sectoriel d'Hydro-Québec Équipement (2007). On les retrouve sur les planches 8 (Romaine-4), 11 (Romaine-3), 14 (Romaine-2) et 18 (Romaine-1) de ce rapport. Un exemple en est donné ici pour faciliter l'explication.

Figure CA-32-4 : Température de l'eau d'un exutoire avec et sans onde interne



Références

- Hydro-Québec Équipement. 2001. *Rivière Sainte-Marguerite. Centrale SM-3. Prévion du régime thermique avant et après l'aménagement. Comparaison entre la prévion et l'observation.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2001-0009-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 178 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2006a. *RESTHERM. Logiciel de modélisation des bilans thermiques en lac et en réservoir. Principes généraux et documentation de base de la version 5.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2006-0046-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 97 p.
- Hydro-Québec Équipement. 2006b. *Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévion et l'observation.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2006-0010-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 56 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2007. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2. Régime thermique de l'eau. Rapport sectoriel.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2006-0034-02. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 122 p. et ann.

1.4.2 Mesures d'atténuation

À la lumière des informations transmises à ce jour, le MPO considère que la modification de la géométrie des seuils des canaux d'amenée des prises d'eau (p. ex. : réduction de leur profondeur, augmentation de leur largeur) est une mesure d'atténuation qui doit être documentée et étudiée en détail par le promoteur.

D'ailleurs, l'influence directe de la géométrie des différents exutoires sur la température de l'eau à l'aval des aménagements est indiquée dans plusieurs documents produits pour le projet.

Ainsi, à la page 9 de l'annexe B du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec 2007c), le promoteur indique que deux variantes du canal d'amenée de la centrale de Romaine-2 ont été considérées dans le cadre de l'étude du régime thermique. Il est également indiqué que « ces variantes du canal d'amenée avaient un effet appréciablement différent sur le régime thermique du réservoir Romaine-2 et de son aval ». Les résultats de cette étude d'alternatives démontrent que la variante présentement retenue par le projet, soit la RO2-215 m, qui consiste en un canal d'amenée moins profond, produit des températures moyennes mensuelles significativement plus élevées pour les mois de juin à septembre inclusivement.

À la page 25 du document sur le modèle RESTHERM (Hydro-Québec 2006a), la géométrie de la prise d'eau et des ouvrages connexes tel que le canal d'amenée est définie comme une variable morphologique d'importance majeure pour expliquer le régime thermique. À la page 57 du même document, on indique que la température de l'eau extraite des réservoirs dépend de l'éventail de profondeur dont provient l'eau soutirée. Cet éventail de profondeur dépend, entre autres, de la géométrie des exutoires. Il est également indiqué (p. 75) que les changements de la géométrie des prises d'eau et des évacuateurs de crue ont parfois des effets appréciables sur le régime thermique.

Finalement, le document sur le régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3 (HydroQuébec 2006b), indique (p.12) que le seuil qui relie le réservoir et le canal d'amenée est souvent l'endroit où se détermine la composition de l'eau soutirée.

■ CA-33

Références : Hydro-Québec Équipement. 2006a. RESTHERM. Logiciel de modélisation des bilans thermiques en lac et en réservoir. Principes généraux et documentation de base de la version 5.00., Laurent Bilodeau., Rapport RA-2006-0046-01., Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Hydro-Québec Équipement., 97 pages + annexes

Hydro-Québec Équipement. 2006b. Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévision et l'observation. Laurent Bilodeau et Carole Ogouma. Rapport RA-2006-0010-01. Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Direction Ingénierie de production. Hydro-Québec Équipement. 48 pages + annexes

Hydro-Québec 2007c. Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel. Novembre 2007. 148 p.

Selon les résultats des simulations du régime thermique présentés dans le rapport sectoriel (Hydro-Québec 2007c), on constate que les installations de Romaine-4 et Romaine-2 occasionnent une diminution de la température de l'eau par rapport au régime naturel pour les mois de juin à août inclusivement.

Par contre, les installations de Romaine-3 semblent responsables d'une augmentation appréciable de la température à cette même période. En effet, entre la température du canal de fuite de Romaine-4 (PK 190) et la température du canal de fuite de Romaine-3 (PK 155), l'augmentation de la température pour les mois de juin à août inclusivement se fait à un rythme plus rapide que le réchauffement naturel actuel dans ce même tronçon. Les installations de Romaine-3 semblent donc avoir un impact positif pour réduire les écarts de température entre les conditions naturelles et les conditions futures. Bien que très marqué, ce réchauffement n'est toutefois pas suffisant pour atteindre les températures naturelles.

Considérant que le réservoir de Romaine-3 aura une stratification thermique similaire à celles de Romaine-2 et Romaine-4 et que l'éventail de profondeurs d'où l'eau sera puisée sera également similaire à ceux de Romaine-2 et Romaine-4, le promoteur devra expliquer les raisons pour lesquelles les effets de Romaine-3 sur le régime thermique sont contraires à ceux prévus pour Romaine-2 et Romaine-4.

Réponse

Après examen de cet aspect du dossier de calculs, le régime thermique du canal de fuite de la Romaine-3 se comportera bel et bien comme celui de la Romaine-4 et qu'il ressemblera à celui de la Romaine-2. Une erreur s'est glissée dans les résultats présentés dans le rapport sectoriel d'Hydro-Québec Équipement (2007) et l'étude d'impact. Lors du calcul, on a utilisé les paramètres du canal d'amenée de l'évacuateur de crues à la place de ceux du canal d'amenée de la Romaine-3. L'erreur a été corrigée dans le cadre de la réponse à la question CA-34.

Les nouveaux résultats sont intégrés à la réponse à la question CA-34.

Référence

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

■ CA-34

Références : ÉI, volume 1

Hydro-Québec 2007c. Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel. Novembre 2007. 148 p.

Le tableau suivant présente certaines dimensions des canaux d'amenée indiquées dans le rapport sectoriel (Hydro-Québec 2006c) et dans l'EI (volume 1).

	R.S.	É.I.
RO-1 - Largeur au seuil du canal d'amenée	70 m	75 m
RO-2 - Largeur au seuil du canal d'amenée	40 m	38 m
RO-3 - Largeur au seuil du canal d'amenée	30 m	22 m
RO-4 - Largeur au seuil du canal d'amenée	30 m	25 m
RO-4 - Cote du seuil du canal d'amenée	432,75 m	428 m
R.S : Rapport sectoriel ; EI : étude d'impact		

On constate que ces deux documents présentent des dimensions différentes pour les mêmes canaux d'amenée.

Étant donné que certaines dimensions des exutoires modélisées sont différentes des dimensions prévues pour la construction et étant donné que ces changements de dimensions ont des effets appréciables sur le régime thermique retrouvé en aval, les résultats du modèle devront être revus, corrigés et transmis au MPO, principalement pour les données brutes demandées pour la portion aval de la centrale RO-1.

Réponse

La plupart des écarts qui ont été relevés sont le reflet de différences entre les ouvrages présentés dans l'étude d'impact et leur version antérieure, utilisée au moment où les calculs du régime thermique ont été réalisés.

En examinant les écarts mentionnés à la question CA-34, on a trouvé d'autres différences dans les dossiers de calculs. En particulier, l'optimisation du scénario de référence de l'exploitation des débits et des niveaux des réservoirs s'est poursuivie

après l'élaboration du dossier du régime thermique. Avec le plus récent profil d'exploitation, les niveaux moyens d'été des réservoirs de la Romaine 4 et de la Romaine 2 sont plus élevés que dans la version précédente. Il s'ensuit que la température de l'eau soutirée en été aux réservoirs de la Romaine 4, de la Romaine 3 et de la Romaine 2 est légèrement plus basse. Par ailleurs, une erreur s'était glissée dans la représentation du canal d'amenée de la Romaine-3 : c'est la géométrie du canal d'amenée de l'évacuateur de crues qui avait été utilisée.

Les évaluations et les calculs ont montré que les changements dans les réservoirs sont imperceptibles. Cependant, aux exutoires des réservoirs, les changements sont plus grands. Au réservoir de la Romaine-4, le sommet de la courbe de la médiane en août passe d'environ 13 °C à environ 12 °C, soit une baisse de 1 °C, à la suite du rehaussement moyen du niveau d'eau associé à l'optimisation de la gestion. À la Romaine-3, le sommet de cette courbe passe d'environ 15 °C à environ 13 °C, soit une baisse de 2 °C, tant à cause de l'optimisation des niveaux moyens que de la correction d'une erreur déjà mentionnée plus haut. À la Romaine-2, le sommet de la courbe de la médiane passe par 12 °C plutôt que par 12,5 °C, soit une baisse de 0,5 °C ; la moyenne d'été (juin à septembre) est d'environ 0,75 °C plus basse. À la Romaine-1 (PK 51), la moyenne d'été est de 0,5 °C plus basse. En aval du PK 51, l'écart va en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la centrale de la Romaine-1. Au PK 16, il est d'une fraction de degré. Au PK 16, l'accumulation des degrés-jours sur toute l'année passe ainsi de 2 216 °C-j à 2 240 °C-j, c'est-à-dire qu'elle reste inchangée par rapport à la précision des calculs.

À la suite de cet examen, on a décidé de réviser les chapitres 7 et 8 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec Équipement, 2007), qui portent sur les conditions futures, afin de les rendre conformes au contenu de l'étude d'impact. Cela a produit un nouvel ensemble de planches et de tableaux relatifs aux régimes thermiques pour les quatre aménagements du complexe de la Romaine. Ces documents sont présentés à l'annexe CA-34 du présent document. La numérotation des planches et des tableaux est la même que celle du rapport sectoriel d'origine. La mention « Calcul de 2008 » leur a cependant été ajoutée pour en rappeler la provenance. La série de températures de l'eau au PK 35 a été ajustée en fonction des résultats de l'étude de glace pour la période du 1^{er} décembre au 31 mars (Groupe-Conseil LaSalle, 2007), qui est celle où il est possible de trouver une couverture de glace en conditions futures.

Les tableaux de valeurs de température de l'eau demandés ici sont joints à la réponse à la question CA-25.

Les modifications que ces calculs apportent aux textes et aux figures du chapitre 17 de l'étude d'impact sont présentés à l'annexe CA-34.

Références

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

Groupe-Conseil LaSalle. 2007. *Projet du complexe de la Romaine. Réévaluation du régime des glaces de la rivière Romaine avant et après aménagement*. Rapport n° R-1661. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Groupe-Conseil LaSalle. 27 p. et ann.

■ CA-35

Références : Hydro-Québec Équipement. 2006a. *RESTHERM. Logiciel de modélisation des bilans thermiques en lac et en réservoir. Principes généraux et documentation de base de la version 5.00.*, Laurent Bilodeau., Rapport RA-2006-0046-01., Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Hydro-Québec Équipement., 97 pages + annexes.

Comme indiqué à la section 5.1.2 du rapport présentant le modèle RESTHERM (Hydro-Québec 2006a), l'éventail de profondeurs d'où provient l'eau soutirée est défini par la section densimétrique critique, elle-même déterminée par extrapolation à partir de la section aval du tronçon critique.

L'extrapolation de la section aval pour obtenir la section densimétrique critique est réalisée selon des paramètres définis par le promoteur qui sont : pour un approfondissement de 1/3 de mètre de la section correspond à un élargissement d'un mètre de chaque côté de cette même section ainsi qu'à un rehaussement d'un mètre vers le haut.

Le promoteur devra :

- a) Expliquer les justifications de ces règles d'élargissement qui influencent directement l'éventail de profondeur d'où provient l'eau soutirée.
- b) Préciser si la topographie du réservoir en amont du canal d'amenée a une influence sur les règles d'élargissement. Dans l'affirmative, préciser si les règles d'élargissement citées en préambule sont valides par rapport aux conditions topographiques des exutoires des centrales de la Romaine. Expliquer le tout en schématisant les conditions topographiques des réservoirs par rapport aux règles d'élargissement.
- c) Indiquer si la méthode mathématique utilisée dans le modèle RESTHERM pour déterminer la distribution verticale du débit soutiré aux exutoires a fait l'objet de vérifications ou de validations. Si tel est le cas, le promoteur devra fournir les résultats et analyses de ces vérifications et validations.

Réponse

a) Règles d'élargissement des sections

Dans le texte de la section 5.1.2 du rapport d'Hydro-Québec Équipement (2006a), un paragraphe a été omis. En voici une restauration (en italique) intercalée entre le paragraphe qui précède et celui qui suit dans le rapport.

Une fois le tronçon identifié, RESTHERM cherche à déterminer la géométrie d'une section trapézoïdale qui agirait comme section de contrôle densimétrique. Pour ce faire, le calcul utilise comme point de départ la section située à la limite d'aval du tronçon et procède vers l'amont, par itérations, en agrandissant progressivement la section d'aval.

Si la section la plus en amont s'avère supercritique, l'algorithme continue la recherche d'une section sous-critique vers l'amont, dans le réservoir, en procédant par extrapolation à l'aide de sections générées itérativement avec des dimensions progressivement plus grandes et en supposant que la profondeur augmente avec une pente de $1V : 3H$.

Cette extrapolation se fait en supposant qu'un déplacement de 1 m vers l'amont s'accompagne d'un approfondissement de 1/3 m du fond, d'un élargissement de 1 m vers la droite, 1 m vers la gauche et 1 m vers le haut. Ces règles d'élargissement sont appliquées jusqu'à ce que soit atteinte une paroi de la section limite d'amont du tronçon ou la surface libre. La distance entre les sections n'est cependant pas prise en compte ; la distance sert ici uniquement de paramètre pour l'agrandissement de la section.

Cette règle d'élargissement en mode d'extrapolation était utilisée dans des dossiers anciens, où la section la plus en amont utilisée pour établir la section densimétrique critique était celle du seuil reliant le canal d'amenée au réservoir. Pour les dossiers de calculs récents, dont celui de la Romaine, on n'utilise plus cette règle, puisqu'on s'assure que les données d'entrée comportent au moins une section qui décrit la partie en eau profonde en amont du canal d'amenée. Seule l'interpolation entre les sections fournies en intrant est alors utilisée. Pour chacun des exutoires, le dossier des intrants a compté un minimum de trois sections :

- une section en eau profonde qui s'inscrit dans le trajet entre la zone de l'exutoire et la partie profonde et lointaine du réservoir ;
- une section associée au seuil qui décrit comment le canal d'amenée est connecté au réservoir ;
- une section qui décrit la gueule d'une prise d'eau ou une passe vannée de l'évacuateur.

Si la section la plus en amont et la plus profonde s'avère supercritique, il est supposé que la vitesse de soutirage y est uniforme sur la verticale. Le débit soutiré est étalé sur

toute la section ; la répartition verticale du débit est proportionnelle à la largeur de la section en fonction de l'altitude dans la partie submergée de la section.

b) Prise en compte de la topographie du réservoir en amont du canal d'amenée

La topographie du réservoir en amont du canal d'amenée d'un exutoire est toujours prise en compte dans l'analyse qui accompagne la détermination des sections utilisées pour les calculs de soutirage.

Par exemple, il arrive qu'un exutoire se trouve dans une baie séparée par des cols et des rétrécissements de la zone plus étendue du réservoir. Dans ce cas, il peut arriver que les cols et rétrécissements, qui relient la baie au reste du réservoir, soient déterminants pour le régime thermique à l'exutoire. Dans le cadre des études de la Romaine, le canal d'amenée de l'évacuateur de crues de la Romaine-3 en est un exemple. Une série de cols peu profonds y agissent comme section déterminante pour la provenance de l'eau évacuée pendant les déversements. Pour ce cas, on a déterminé une section transversale à peu près équivalente aux cols et on l'a utilisée parmi les intrants du calcul du régime thermique au lieu de la section du seuil du canal d'amenée.

c) Vérifications ou validations de la méthode pour déterminer la distribution verticale du débit soutiré

La méthode de calcul du soutirage utilisée par le modèle RESTHERM a été élaborée progressivement de 1992 à 1996. Elle est décrite dans le rapport de prévision du régime thermique de la centrale de la Sainte-Marguerite-3 (Hydro-Québec Équipement, 2001, annexe 2). On y trouve aussi une description sommaire de quelques autres méthodes trouvées dans la documentation technique qui l'ont inspirée.

La méthode utilisée par RESTHERM a été comparée à des données d'observation obtenues à la centrale aux Outardes-4 en 1991 et en 1992 (Hydro-Québec Équipement, 2001, annexe 2), où elle a donné des résultats jugés satisfaisants. Cette comparaison fournit des indications sur la précision qu'on peut en attendre.

RESTHERM a aussi été éprouvé dans sa globalité pour les centrales aux Outardes-4 (Hydro-Québec Équipement, 2001, annexe 4) et de la Sainte-Marguerite-3 (Hydro-Québec Équipement, 2006b). Ces comparaisons des calculs avec les observations ont été jugées satisfaisantes. L'obtention de ce résultat exige que le calcul du soutirage soit adéquat.

Références

- Hydro-Québec Équipement. 2001. *Rivière Sainte-Marguerite. Centrale SM-3. Prévion du régime thermique avant et après l'aménagement. Comparaison entre la prévion et l'observation.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2001-0009-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 178 p. et ann.
- Hydro-Québec Équipement. 2006a. *RESTHERM. Logiciel de modélisation des bilans thermiques en lac et en réservoir. Principes généraux et documentation de base de la version 5.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2006-0046-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 97 p.
- Hydro-Québec Équipement. 2006b. *Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévion et l'observation.* Rapport HQ-DPPE-HG-RA-2006-0010-01. Montréal, Hydro-Québec Équipement. 56 p. et ann.

■ CA-36

Références : Hydro-Québec 2007c. *Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel.* Novembre 2007. 148 p.

Les profondeurs minimales et les largeurs des canaux d'amenée des différentes prises d'eau indiquées dans le rapport sectoriel d'Hydro-Québec (2007c) sont résumées dans le tableau suivant :

	RO-1	RO-2 ¹	RO-3	RO-4
Réservoir				
Niveau minimal d'exploitation (m)	81,3	238,8	352,8	442,15
Canal d'amenée de la prise d'eau				
Élévation du seuil (m)	77	215	340	432,75
Profondeur minimale ² (m)	4,3	23,8	12,8	9,8
Largeur du seuil (m)	70	40	30	30

1 : En condition d'exploitation permanente

2 : La profondeur a été obtenue en soustrayant l'élévation du seuil de l'élévation minimale d'exploitation du réservoir.

Étant donné que la configuration des canaux d'amenée (hauteur, largeur) influence la température qui sera retrouvée en aval, et que les canaux d'amenée des centrales de Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4 sont plus profonds et moins larges que celui de Romaine-1, le promoteur devra :

- a) Expliquer, pour chacun des sites (Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4), une telle différence de configuration par rapport à Romaine-1.
- b) Les contraintes générales de conception des canaux d'amenée ainsi que les contraintes spécifiques pouvant exister à chacun des sites devront être identifiées.
- c) Pour Romaine-2, l'explication devra également indiquer si les contraintes sont liées au régime d'exploitation permanent de l'ouvrage ou à un régime d'exploitation transitoire.
- d) L'explication devra également définir, de façon quantitative, les possibilités de modification de la géométrie des canaux d'amenée afin d'obtenir des seuils moins profonds et plus larges.

Réponse

Différence de configuration des canaux d'amenée

Le canal d'amenée achemine l'eau à turbiner vers la prise d'eau. Ses dimensions dépendent du relief et de la géologie du terrain naturel, du niveau de la prise d'eau à laquelle il se raccorde et du débit à acheminer. Si un canal est suffisamment long pour que la quantité de frasil produite en hiver puisse gêner l'exploitation, alors la vitesse d'écoulement doit faciliter la formation d'une couverture de glace.

Le canal d'amenée doit être conçu dans le but de favoriser un champ d'écoulement uniforme et symétrique par rapport à l'axe de la prise d'eau. Les vitesses d'écoulement doivent varier progressivement le long du canal, de façon à réduire au minimum les pertes de charge. Ainsi, les performances du canal d'amenée doivent être maintenues pour toute la gamme des niveaux du réservoir ; à débit équivalent, les vitesses les plus élevées surviennent lorsque le réservoir atteint son niveau minimal. Dans le cas du canal d'amenée de la Romaine-2, puisque le niveau de la prise d'eau est dicté par le niveau d'exploitation minimal en phase transitoire, la géométrie du canal est, elle aussi, dictée par le niveau minimal en phase transitoire.

Contraintes de conception des canaux d'amenée

Par ailleurs, des considérations de facilité de construction dictent la pente longitudinale maximale du canal. Ainsi, tous les canaux conçus pour le complexe de la Romaine présentent une pente longitudinale variant entre 10 et 15 %.

La longueur totale du canal d'amenée de Romaine-1 atteint 532 m, ce qui dépasse de beaucoup la longueur des autres canaux. Les vitesses d'écoulement doivent donc y favoriser la formation d'une couverture de glace pour éviter que le frasil ne nuise à l'exploitation, alors que cette contrainte n'existe pas aux autres aménagements. À sa tête, le canal d'amenée de la Romaine-1 bifurque et s'élargit vers l'amont, car son axe longitudinal est légèrement décentré par rapport à celui de la rivière. Cet élargissement vers l'amont permet une meilleure alimentation du canal et l'élargissement est possible sans augmentation excessive des volumes excavés, puisque le canal d'amenée de la Romaine-1 n'est pas aussi encaissé que les trois autres canaux d'amenée.

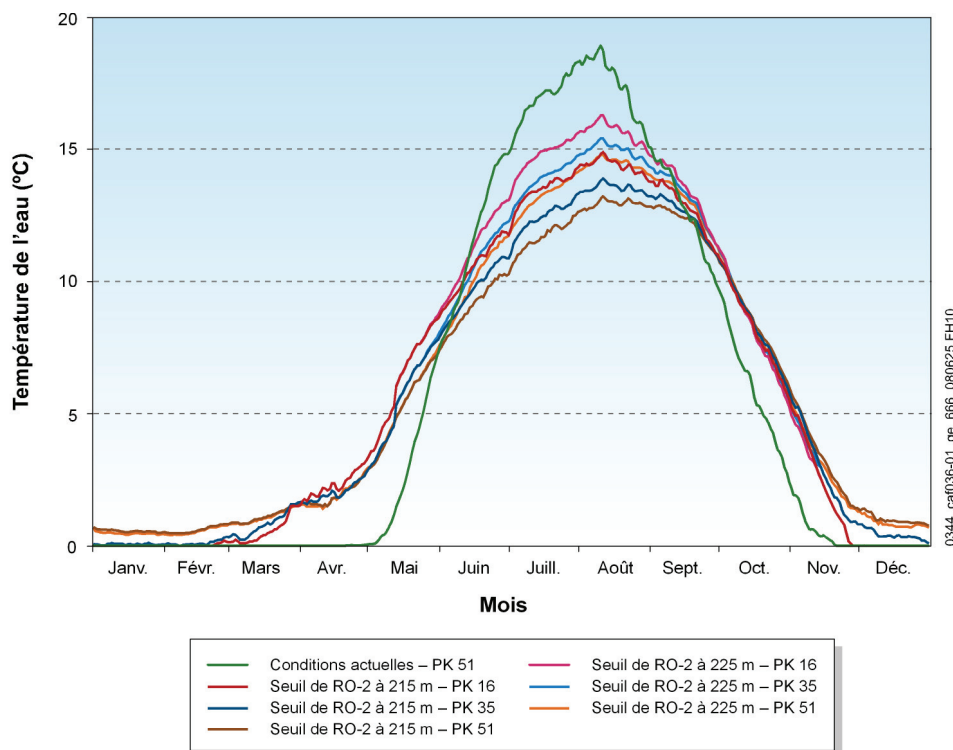
Cette configuration du canal d'amenée permet de restituer dans le tronçon en aval des ouvrages de la Romaine-1 une eau dont la température estivale s'écarte le moins possible des valeurs naturelles. La température de l'eau de ce tronçon présente une moins grande sensibilité à la géométrie des ouvrages situés plus en amont. En effet, l'étude du régime thermique à partir de deux configurations différentes du canal d'amenée de Romaine-3 (une entrée au niveau de 348 m et l'autre à 340 m) a montré que l'écart entre les températures moyennes de juin à septembre restait inférieur à 0,1 °C à la sortie du canal de fuite de la Romaine-1 et cet écart disparaissait au PK 35.

Parce que la température de l'eau en aval de la centrale de la Romaine-1 n'est pas sensible à la géométrie des canaux d'amenée vers les centrales de la Romaine-3 et de la Romaine-4, Hydro-Québec ne présente pas d'autres variantes de géométrie des canaux d'amenée de ces aménagements.

Canal d'amenée de la Romaine-2

À titre d'information, nous avons étudié la sensibilité de la température de l'eau en aval de l'aménagement de la Romaine-1 en fonction d'un seuil d'entrée du canal de la Romaine-2 qui serait théoriquement situé 10 m plus haut que ce qui est prévu actuellement, soit 225 m au lieu de 215 m. Le rehaussement théorique de 10 m du seuil permettrait d'augmenter la température moyenne de juin à septembre de 1°C aux trois endroits indiqués à la figure CA-36-1. Cependant cette possibilité n'est pas proposée par Hydro-Québec car cela est incompatible avec le besoin d'un marnage de 19 m pendant la phase transitoire et que la modification de la température de l'eau en aval l'aménagement de la Romaine-1 est faible avec le projet proposé.

Figure CA-36-1 : Température de l'eau en aval de la centrale de la Romaine-1 – Conditions actuelles et futures



■ CA-37, 38 et 39

Références : Hydro-Québec Équipement. 2006a. RESTHERM. Logiciel de modélisation des bilans thermiques en lac et en réservoir. Principes généraux et documentation de base de la version 5.00., Laurent Bilodeau., Rapport RA-2006-0046-01., Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Hydro-Québec Équipement., 97 pages + annexes.

Hydro-Québec Équipement. 2006b. Régime thermique de l'eau à l'aval de la centrale SM-3. Comparaison entre la prévision et l'observation. Laurent Bilodeau et Carole Ogouma. Rapport RA-2006-0010-01. Unité Conception des aménagements de production, Hydraulique et Géotechnique. Direction Ingénierie de production. Hydro-Québec Équipement. 48 pages + annexes

Le promoteur indique à la section 6.1.3 du rapport sur le modèle RESTHERM (Hydro-Québec 2006a) que le calcul du régime thermique à l'aide de ce modèle permet de procéder à des analyses de sensibilité sur plusieurs paramètres dont la géométrie des exutoires.

Le promoteur devra produire des analyses de sensibilité pour évaluer l'effet des modifications de la géométrie des canaux d'amenée des prises d'eau pour les sites Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4.

Notez que :

- Chacun des sites (Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4) devra être traité dans une analyse distincte.
- Les analyses de sensibilité devront évaluer l'effet d'augmenter les cotes des seuils des canaux d'amenée par pas de 5 m jusqu'à atteindre la cote nécessaire pour obtenir une profondeur minimale de 5 m, soit la profondeur minimale prévue à la Romaine-1 (élévation minimale d'exploitation du réservoir moins élévation du seuil).
- Les analyses de sensibilité devront également vérifier l'effet de la modification des largeurs.
- Les résultats de l'analyse de sensibilité devront être présentés sous forme de graphiques semblables à ceux des planches 8, 11 et 14 ainsi que sous forme de tableaux semblables aux tableaux 12, 13 et 14 du rapport sectoriel (Hydro-Québec Équipement 2006b).
- Des comparaisons entre les sections densimétriques critiques des différentes variantes d'un même site devront également être présentées.

CA-38

Références : *Hydro-Québec 2007c. Complexe Romaine, avant-projet phase 2, régime thermique de l'eau, rapport sectoriel. Novembre 2007. 148 p.*

À la page 60 du rapport sectoriel sur le régime thermique (Hydro-Québec 2007c), le promoteur indique qu'une partie des fluctuations des températures de l'eau qui apparaissent à l'aval immédiat de Romaine-1 est une répercussion atténuée des fluctuations observées à Romaine-2.

Également, à la page 71, on indique que l'eau rejetée par Romaine-3 sera plus chaude en été lorsque Romaine-3 sera alimenté par des eaux non régularisées (en l'absence de Romaine-4). Le rapport indique que cette modification serait légèrement détectable à Romaine-2.

Aussi, à la page 67, on indique que l'eau rejetée par Romaine-2 sera plus chaude en été lorsque Romaine-2 sera alimenté par des eaux non régularisées (en l'absence de Romaine-3 et Romaine-4). À la page 69, le rapport indique que cette modification est détectable sous forme de fraction de degré centigrade à Romaine-1.

Considérant donc qu'il est possible que la température des exutoires d'un réservoir situé à l'amont ait une influence sur la température de l'eau des exutoires d'un réservoir situé à l'aval, le promoteur devra :

- a) Produire des modélisations permettant de déterminer les effets cumulatifs des différents barrages selon les scénarios qui considéreront les modifications de la géométrie des canaux d'amenée des différents barrages. Les scénarios utilisés devront comprendre les éléments suivants :

Scénario	RO-4	RO-3	RO-2	RO-1
Témoin	GI	GI	GI	GI
1	GM	GI	GI	GI
2	GI	GM	GI	GI
3	GI	GI	GM	GI
4	GM	GM	GM	GI

GI = Géométries Initiales ; GM= Géométries Modifiées

- b) Les canaux témoins devront présenter des dimensions correspondant au stade de conception des ouvrages actuellement envisagé.
- c) Les canaux modifiés devront correspondre aux variantes de l'analyse de sensibilité qui produiront les températures estivales les plus élevées.
- d) Des tableaux présentant les températures médianes mensuelles de chacun des canaux de fuite ainsi que leurs écarts avec le scénario témoin devront être produits pour chacun des quatre scénarios.

CA-39

Références : ÉI, volume 1

Hydro-Québec, 2001. Rivière Sainte-Marguerite. Centrale SM-3. Prévion du régime thermique avant et après l'aménagement. Laurent Bilodeau, Rapport RA-2001-0009-01 – 10 pages + annexes

Tel que décrit dans l'EI (volume 1), le niveau d'exploitation minimal de Romaine-2 pendant le régime transitoire sera de 224,8 mètres alors que celui prévu après la mise en service des quatre centrales du complexe (régime permanent) serait de 238,8 mètres. Ceci entraînerait donc une augmentation de la profondeur minimum de l'assise du canal d'amenée de 14 mètres afin de pouvoir opérer pendant le régime transitoire (voir tableau ci-dessous).

Or, une augmentation de la profondeur du canal d'amenée occasionnerait une diminution de la température à l'exutoire en période estivale. Par conséquent, la profondeur du canal d'amenée de Romaine-2 prévue aux plans a été fixée pour les besoins d'opération en régime transitoire, mais causerait des modifications de la température plus importante que nécessaire en régime d'exploitation permanent.

	RO-2 (perm.)	RO-2 (trans.)
Réservoir		
Niveau minimal d'exploitation (m)	238,8	224,8
Canal d'amenée de la prise d'eau		
Elévation du seuil (m)	215	215
Profondeur minimale ¹ (m)	23,8	9,8

1 : La profondeur a été obtenue en soustrayant l'élévation du seuil de l'élévation minimale d'exploitation du réservoir

Par ailleurs, selon les informations tirées du rapport sur la prévision du régime thermique avant et après aménagement de la centrale SM-3 (Hydro-Québec, 2001), on constate qu'une alternative ayant des similitudes avec le cas de Romaine-2 a été analysée. En effet, afin de pouvoir exploiter la centrale quelques saisons avant la fin du remplissage complet, le promoteur a analysé une variante, impliquant un niveau du canal d'amenée 10 m plus bas (cote de 377 m) que nécessaire pour un régime d'exploitation permanent (cote de 387 m). Puis, pour cette variante, dite « exploitation hâtive », le promoteur a analysé une alternative impliquant la mise en place d'un remblai à l'intérieur du canal d'amenée afin de remonter le niveau de celui-ci à la cote de 387 m. Finalement, selon ce rapport, le promoteur aurait retenu la première alternative de prévoir le niveau du canal d'amenée à 387 m sans exploitation hâtive.

Le promoteur devra :

- a) Documenter et discuter sur la mise en place de mesures qui permettraient de réduire la profondeur du canal d'amenée en condition d'exploitation permanente (p. ex.. construction d'un seuil à l'intérieur du canal d'amenée une fois la condition transitoire terminée à l'image de la variante « exploitation hâtive, avec remblai » du projet SM-3).
- b) Utiliser ces mesures d'atténuation dans les analyses de sensibilité et les scénarios visant à déterminer les effets cumulatifs demandés dans les questions précédentes (Questions/ Commentaires CA-037 et CA-038).

Réponse

Hydro-Québec reconnaît, dans les questions posées par le MPO, qu'il y a une différence de points de vue en ce qui concerne l'impact thermique du projet sur la faune aquatique. Hydro-Québec a soumis une analyse des impacts où les impacts des modifications thermiques sur la faune aquatique sont considérées comme prévisibles et faibles. En ce sens, des précisions sont données en réponse aux inquiétudes du MPO relatives aux impacts, et des données brutes lui sont également transmises pour analyse approfondie. Hydro-Québec considère qu'il faut d'abord mener à terme les discussions sur l'impact réel du régime thermique sur le poisson et son habitat avant d'aller de l'avant avec l'élaboration de mesures d'atténuation majeures dont la justification n'est pas claire en ce moment.

1.5. Compensation

■ CA-40

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons)

Hydro-Québec. 2004. Présentation du 29 avril 2004. Québec.

Le promoteur indique dans l'ÉI (chapitre 23) que des relevés de terrain démontrent que la rivière Puyjalon offre des habitats de fort potentiel, autant pour la fraie que pour l'élevage des juvéniles de saumon atlantique. Deux des tributaires de la rivière Puyjalon sont aussi utilisés par le saumon, quoique sur de courts segments seulement, soit la rivière Bat-le-Diable, accessible sur une longueur de 2,3 km, et la rivière Allard, sur environ un kilomètre.

En avril 2004, le promoteur présentait une option de compensation qui consistait à aménager un obstacle sur la rivière Bat-le-Diable afin de le rendre franchissable par le saumon et ainsi permettre l'accès à de nouveaux habitats (Hydro-Québec, 2004).

Le promoteur devra :

- a) Présenter les résultats de l'évaluation du potentiel de l'habitat en amont de l'obstacle de la rivière du Bat-le-Diable.
- b) Présenter les options étudiées afin de rendre l'obstacle sur la rivière du Bat-le-Diable franchissable par le saumon.
- c) Décrire les caractéristiques (hauteur et longueur) de l'obstacle identifié sur le cours de la rivière Bat-le-Diable. Fournir le plus de photos disponibles de l'obstacle.
- d) Évaluer quel est le potentiel de fraie et d'élevage pour le saumon du secteur en amont de l'obstacle identifié à environ un kilomètre de l'embouchure de la rivière Allard.
- e) Décrire les caractéristiques (hauteur et longueur) de l'obstacle identifié sur le cours de la rivière Allard. Fournir le plus de photos disponibles de l'obstacle.

Réponse

a-b-c) Potentiel d'habitat en amont de l'obstacle de la rivière du Bat-le-Diable

Hydro-Québec a présenté ces options au cours de l'avant-projet, mais le MPO a expliqué que les compensations hors sites sont un second choix et qu'Hydro-Québec devrait faire le maximum dans la rivière touchée. Cela explique pourquoi ces avenues n'ont pas été davantage étudiées. Les informations demandées pour la rivière Bat-le-Diable se trouvent dans le chapitre 5 et les annexes 9 à 12 du rapport sur les travaux

réalisés dans le contexte du projet en 2003 (Belles-Isles et coll., 2004). Ce document a déjà été fourni au MPO avec l'étude d'impact sur le complexe de la Romaine. Il n'existe aucune autre information sur la rivière Bat-le-Diable.

d-e) Potentiel d'habitat en amont de l'obstacle de la rivière Allard

En ce qui concerne la rivière Allard, toute l'information sur le potentiel salmonicole de cette rivière est présentée au chapitre 3 du rapport sur la population de saumons de la Romaine en 2001 (GENIVAR Groupe Conseil, 2002). Ce document a aussi été fourni au MPO avec l'étude d'impact. Il n'existe pas d'autres informations sur ce cours d'eau.

Références

Belles-Isles, M., Y. Plourde, P. Pelletier, C. Thériège et P. Thibodeau. 2004. *Complexe Romaine. Aménagement intégral de la rivière Romaine. Étude préliminaire sur les débits réservés et la faune ichtyenne*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 134 p. et ann.

GENIVAR Groupe Conseil. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Étude de la population de saumon atlantique de la rivière Romaine en 2001*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 119 p. et ann.

■ CA-41

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-157

Les mesures de compensation pour le saumon atlantique envisagées par le promoteur (page 23-157 de l'ÉI) sont l'aménagement de frayères et d'abris pour les tacons aux PK 51, 49 et 45 de la rivière Romaine ainsi que la mise en place d'un programme de restauration avant le remplissage du réservoir de la Romaine-2.

Le MPO désire aviser le promoteur qu'un programme de restauration pour le saumon touche uniquement la ressource et ne constitue pas une avenue valable de compensation pour des pertes d'habitats du poisson. Par ailleurs, nous tenons à souligner que l'ensemencement de saumon dans la rivière pourrait avoir un effet sur les suivis éventuels des effets du projet sur cette population. Dans l'optique où des suivis viseraient notamment à évaluer la nécessité d'appliquer ou non des mesures correctrices, le MPO recommande d'envisager l'ensemencement de saumon dans la rivière avec prudence.

En ce qui concerne l'aménagement de frayères pour le saumon, nous sommes d'avis que considérant l'importance des habitats touchés et de l'espèce impliquée, les efforts doivent être investis prioritairement sur la protection des frayères existantes à l'aide de mesures d'atténuation appropriées comme l'adoption d'un débit réservé adéquat. Cet élément est traité aux questions/commentaires CA-013, CA-014, CA-015 et CA-016.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note des commentaires.

■ CA-42

Références : Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

*Beall, E. et Marty, C. 1983a. Reproduction du saumon atlantique, *Salmo salar* L. en milieu semi-naturel contrôlé. Bulletin français de pisciculture. 289 : 77-93.*

*Beall, E. et Marty, C. 1983b. Dévalaison et survie d'alevins de saumon atlantique, *Salmo salar* L., en milieu semi-naturel contrôlé. Bulletin français de pisciculture. 290 : 135-148.*

Environnement Canada. Données hydrométriques archivées. <http://www.wsc.ec.gc.ca>

La construction du canal de fuite de la centrale de la Romaine-1 occasionnera la perte de deux frayères à saumon. Pour compenser ces pertes d'habitats de reproduction, le promoteur propose d'aménager une frayère à saumon en aval du canal de fuite (Génivar 2007b).

Tel qu'indiqué dans le rapport de Génivar (2007b), la majorité des aménagements de frayères à saumon semble avoir consisté en la construction de canaux de fraie. Par exemple, les travaux de Beall et Marty (1983 a, b), cités dans Génivar (2007b) pour documenter le succès attendu de frayères aménagées pour le saumon atlantique dans la rivière Romaine, ont porté sur un dispositif expérimental semi-artificiel connecté à un cours d'eau naturel en France d'une largeur de 2,8 m. En ce qui concerne la rivière Petit Saguenay, où l'aménagement d'une frayère à saumon a été réalisée directement en milieu naturel, elle a un débit moyen automnal de l'ordre de 10 m³/s (données hydrométriques archivées, Environnement Canada). Les exemples cités dans Génivar (2007b) pour documenter le succès attendu de frayères aménagées pour le saumon atlantique sont donc difficilement extrapolables aux propositions d'aménagement en berge sur la rivière Romaine, une rivière d'un gabarit nettement supérieur. Ainsi, les chances de succès d'une frayère à saumon aménagée demeurent mal documentées.

La mise en place d'aménagements compensatoires, même pour des espèces où le succès d'aménagement est mieux connu, comporte déjà des risques. Considérant, le peu d'exemples démontrant le succès d'aménagements de frayères pour le saumon dans des rivières de la taille de la Romaine, cette option de compensation est d'autant plus délicate. Le MPO est d'avis que la proposition d'aménager de nouvelles frayères dans la rivière Romaine en guise de compensation pour les frayères perdues à proximité du canal de fuite de la centrale de la Romaine-1 demeure une option envisageable dans le contexte où aucune mesure d'atténuation ne semble possible pour les protéger efficacement.

Réponse

Hydro-Québec prend note des préoccupations du MPO en ce qui concerne l'aménagement de nouvelles frayères à saumon comme deuxième option lorsque aucune autre mesure d'atténuation ne semble possible. Nous croyons que c'est le cas ici. Rappelons que la fraie n'a lieu que très occasionnellement à ces endroits et que les frayères y sont très petites et de mauvaise qualité. Hydro-Québec propose une nouvelle frayère un peu en aval du canal de fuite de la Romaine-1 non seulement en compensation pour cette petite perte d'habitat, mais surtout pour créer une zone attractive pour la fraie des saumons qui soit de haute qualité et sécuritaire à différents débits. En effet, les saumons ayant tendance à remonter jusqu'à un obstacle, ils pourraient tenter de frayer à proximité du canal de fuite. L'aménagement de la frayère de même que l'enlèvement de substrat propice à la fraie à proximité immédiate du canal, tel qu'on l'explique dans l'étude d'impact, visent à éviter cette situation. En ce sens, la frayère proposée en aval du canal est à la fois une mesure de compensation et une mesure d'atténuation.

2. Secteur des réservoirs

2.1. Évaluation de la qualité des réservoirs

■ CA-43

Références : *ÉI, volume 2 (milieu physique), section 16 (hydraulique, hydrologie et hydrodynamique)*

ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-122

POLY-GEO inc. 2006. Complexe de la Romaine. – Étude de la dynamique sédimentaire. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 121 pages + annexes.

Génivar 2007d. Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Génivar 2007e. Complexe de la Romaine, Faune ichtyenne, habitats et production de poissons. Annexes. Septembre 2007. 10 annexes.

Hydro-Québec 2007a. Complexe de la Romaine, Étude d'impact sur l'environnement, Volume 1 à 10. Décembre 2007. Pagination multiple.

Génivar 2007c. Complexe de la Romaine - Faune ichtyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

Doyon, F.-F. 1997. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, Phase 1 (1995). Suivi des communautés de poissons et étude spéciale sur le touladi du réservoir Caniapiscau (secteur est du territoire). Rapport présenté par le Groupe-Conseil Génivar inc. à la direction principale Communication et Environnement d'Hydro-Québec. 71 p. et annexes.

Therrien, J., Verdon, R. et Lalumière, R. Environmental monitoring at the La Grande Complex. Changes in fish communities. Summary report 1977-2000. Génivar groupe conseil inc. and direction barrages et Environnement, Hydro-Québec Production. 129 p. and appendices.

- Machniak, K. 1975. *The effects of hydroelectric development on the biology of northern fishes (reproduction and population dynamics) I. Lake whitefish Coregonus clupeaformis (Mitchill). A literature review and bibliography.* Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep. 527, 67 pp.
- Hydro-Québec. 1992. *Suréquipement de l'aménagement hydroélectrique de Manic-2. Rapport d'avant-projet. Complément connaissance du milieu.* 297 p.
- Kline, C. T., Wilson, W. J. et Goering, J. J. 1998. *Natural isotope indicators of fish migration at Prudhoe Bay, Alaska.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 : 1494-1502.
- Power, M., Klein, G. M., Guiguer, K. R. R. A. et Kwan, K.H. 2002. *Journal of Applied Ecology* 39 : 819-830.
- Vander Zanden, M. J. et Vadeboncœur, Y. 2002. *Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes.* Ecology 83 :2152-2161.
- Bertolo, A., Carignan, R., Magnan, P., Pinel-Alloul, B., Planas, D. et Garcia, E. 2005. *Decoupling of pelagic and littoral food webs in oligotrophic Canadian Shield lakes.* Oikos 111 : 534-546.
- Vander Zanden, M. J., Chandra, S., Park, S.-K., Vadeboncœur, Y. et Goldman, C. R. 2006. *Efficiencies of benthic and pelagic trophic pathways in a subalpine lake.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 63 : 2608-2620.
- Byström, P., Karlsson, J., Nilsson, P., Van Kooten, T., Ask, J. et Olofsson, F. 2007. *Substitution of top predators : effect of pike invasion in a subarctic lake.* Freshwater Biology 52 : 127 1- 1280.
- Furey, P. C., Nordin, R. N. et Mazumder, A. 2006. *Littoral benthic macroinvertebrates under contrasting drawdown in a reservoir and a natural lake.* J. N. Am. Benthol. Soc. 25 (1) 19- 31.
- Vadeboncœur, Y., M. J. Vander Zanden et Lodge, D. M. 2002. *Putting the lake back together : reintegrating benthic pathways into lake food web models.* Bioscience 52 : 44-54.

Malgré les gains en superficie aquatique engendrés par l'ennoiement d'un grand territoire terrestre, les caractéristiques physiques des habitats des réservoirs projetés au complexe de la Romaine soulèvent plusieurs préoccupations quant à leur potentiel à produire du poisson. Le MPO est en accord avec l'évaluation du promoteur sur le fait que certaines espèces de poissons ne se développeraient pas naturellement dans les réservoirs du complexe de la Romaine (p. ex. : omble de fontaine, touladi, omble chevalier, ouananiche). Cependant, le MPO a plusieurs réserves quant à l'hypothèse du promoteur à l'effet que les populations notamment de grand corégone, de meunier rouge, de meunier noir et de grand brochet de chacun des réservoirs du complexe de la Romaine se développeraient tous à l'image des réservoirs existants du complexe La Grande dont celui de Caniapiscou. En effet, l'information présentée dans l'ÉI et les divers rapports sectoriels s'y rattachant (Poly-Géo, 2006 ; Génivar, 2007d, e) permet de constater que les réservoirs du complexe de la Romaine seraient des plans d'eau d'abord différents entre eux, mais également très dissemblables d'autres réservoirs existants notamment celui de Caniapiscou.

Le promoteur indique à la page 23-122 de l'ÉI que les meuniers (des espèces proies notamment pour le grand brochet) se reproduiraient dans la partie non ennoyée des tributaires comme au complexe La Grande. D'ailleurs, le promoteur indique également qu'à l'instar du réservoir de Caniapiscou, le meunier rouge serait l'espèce dominante dans tous les réservoirs du complexe de la Romaine. Or, selon la carte 3 présentée dans Génivar (2007e), le réservoir de la Romaine-2 et particulièrement celui de la

Romaine-3 offrirait très peu de tributaires accessibles et ce, sur de courtes distances pouvant servir d'habitat de reproduction pour ces espèces.

Le promoteur prévoit également qu'à l'instar des réservoirs du complexe La Grande, le grand corégone se développerait bien dans chacun des réservoirs du complexe de la Romaine puisqu'il s'accommode d'une gamme variée de conditions de reproduction et que les réservoirs lui procurent un grand volume d'habitat pélagique pour s'y alimenter (Hydro-Québec 2007a).

En effet, le grand corégone est une espèce opportuniste qui peut, par exemple, utiliser des sites de fraie dans une gamme de profondeurs très large (0,2 à 8 m ; Génivar, 2007c). Cependant, contrairement aux réservoirs du complexe La Grande ayant fait l'objet d'un suivi de ses populations de poissons, les réservoirs de la Romaine-2 (pendant les six premières années d'exploitation), de la Romaine-3 et de la Romaine-4 auraient des marnages annuels nettement supérieurs (13 à 19 m ; chapitre 16 de l'ÉI) à la profondeur maximale sélectionnée par le grand corégone pour la fraie. En conséquence, les œufs déposés à des profondeurs inférieures à ces marnages annuels seraient exondés et tués. En effet, le marnage annuel moyen du réservoir Caniapiscou, réservoir qui est utilisé par le promoteur comme modèle de la communauté de poissons projetée dans les réservoirs du complexe de la Romaine, où le grand corégone semble s'être bien développé, est seulement de l'ordre de 2 à 3 m (Doyon, 1997 ; Therrien *et coll.* 2004). Le marnage de 12,9 m identifié dans Génivar (2007d) correspond plutôt au marnage inter-annuel qui correspond à la plus grande différence enregistrée entre le niveau minimal et le niveau maximal du réservoir sur plusieurs années. Ainsi, les marnages annuels des réservoirs du complexe de la Romaine ne seraient aucunement comparables à celui de Caniapiscou. Il est à noter qu'à notre connaissance il n'y aurait aucun autre réservoir au complexe La Grande ou sur la Côte-Nord qui ait fait l'objet d'un suivi et qui auraient des marnages annuels comparables à ceux prévus pour le complexe de la Romaine.

Par ailleurs, le réservoir de Caniapiscou est un plan d'eau d'une très grande dimension (environ 4 300 km²) par rapport aux quatre réservoirs projetés au complexe de la Romaine (environ 12, 89, 38 et 123 km²), d'une profondeur moyenne (16,8 m ; Therrien *et coll.* 2004) vraisemblablement inférieure et est caractérisé par une ligne de rivage beaucoup plus développée (incluant les rives de nombreuses îles). Or, il a été observé que dans de très grands plans d'eau (p. ex. : lac Ontario, lac Supérieur, lac Michigan, Lac Huron, Lac Érié), le grand corégone peut frayer dans une gamme de profondeur encore plus grande allant jusqu'à 27 m possiblement en raison de la présence de hauts-fonds profonds et de l'importance de l'action des vagues dans de tels plans d'eau (Machniak, 1975). Par ailleurs, le réservoir de Caniapiscou est situé à la limite amont du système et a un grand nombre de tributaires qui permettraient possiblement la fraie de l'espèce dans certains d'entre eux, ce qui ne serait pas le cas pour les réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3.

Le promoteur indique également à la page 23-122 de l'ÉI, que le grand corégone pourra se reproduire à la sortie des canaux de fuite des centrales du complexe de la Romaine, comme cela a été observé notamment au pied des centrales Manic-2 et Manic-3 (Hydro-Québec, 2007a). Effectivement, il est possible que le grand corégone se reproduise à la sortie des canaux de fuite des installations du complexe de la Romaine. Cependant, ceci ne garantit pas que le grand corégone occupera une grande place dans la communauté tel que prévu dans l'ÉI (environ 28 % pour l'ensemble des réservoirs). A titre d'exemple, le grand corégone, qui peut se reproduire à la sortie de la centrale de Manic-2, occuperait uniquement environ 12 % de la communauté du réservoir de Manic-1.

Le promoteur ajoute également que l'espèce pourra, dans le complexe de la Romaine, remonter les plus gros tributaires des réservoirs pour se reproduire dans les rapides. Cependant, tel qu'indiqué précédemment, les réservoirs de la Romaine-2 et particulièrement celui de la Romaine-3 n'auraient que peu de tributaires et de secteurs lotiques disponibles. Par ailleurs, à la différence du réservoir de Manic-2, par exemple, les réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3 auraient des marnages importants et des substrats à leurs pourtours composés d'une très forte proportion de roc (environ 85 %). En effet, le marnage annuel du réservoir de Manic-2 est faible (environ 1 m), offre des milieux fluviaux d'importance en connexion avec les réservoirs (p. ex. : rivière Toulmoustou) et a des berges composées d'une proportion beaucoup moins importante de roc que dans les réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3 (Hydro-Québec, 1992) ce qui est vraisemblablement plus favorable à la fraie du grand corégone.

Habitat d'alimentation

En ce qui concerne les habitats d'alimentation, les différentes espèces susceptibles de fréquenter les réservoirs du complexe de la Romaine (grand brochet, meunier rouge, meunier noir, grand corégone, cyprinidés, etc.) sont directement ou indirectement étroitement associées à la productivité benthique en zone littorale (Kline *et coll.*, 1998 ; Power *et coll.*, 2002 ; Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002 ; Bertolo *et coll.*, 2005 ; Vander Zanden *et coll.*, 2006 ; Byström *et coll.*, 2007). Or, la surface littorale des réservoirs de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 représenterait seulement respectivement environ 4 %, 3 % et 12 % et les substrats des zones peu profondes des réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3 seraient constitués à 85 % de roc. De plus, outre celui de la Romaine-1, les marnages des autres réservoirs du complexe pourraient directement affecter les macro-invertébrés benthiques qui contribuent significativement au transfert vertical de l'énergie vers les niveaux trophiques supérieurs en milieu lacustre (Furey *et coll.*, 2006 ; Vadeboncœur *et coll.*, 2002 ; Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002). Ainsi, les réservoirs de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 pourraient offrir des habitats d'alimentation de faible qualité pour bon nombre des espèces peuplant les réservoirs.

En résumé, l'évaluation du promoteur quant au potentiel de développement du poisson dans les réservoirs repose en grande partie sur l'hypothèse que les résultats des pêches effectuées dans les réservoirs du complexe La Grande seraient extrapolables aux quatre réservoirs du complexe de la Romaine. Les résultats obtenus grâce aux suivis réalisés au complexe La Grande ont permis de recueillir plusieurs informations pertinentes. Cependant, les résultats obtenus dans les suivis au complexe La Grande doivent être remis dans leur contexte et être utilisés avec précaution. La seule extrapolation de ces résultats aux réservoirs projetés au complexe de la Romaine sans autres analyses devrait tenir compte des différences morphométriques et d'exploitation majeures entre les deux systèmes (marnage annuel, matériaux de surface ennoyés, tributaires et tronçons lotiques disponibles, rapport surface littorale/pélagique, topographie, taille, développement de la ligne de rivage, etc.). Les caractéristiques physiques et d'exploitation des réservoirs de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 sont des éléments qui pourtant soulèvent des questionnements importants quant à leur qualité à produire du poisson.

Afin de mieux documenter la qualité des réservoirs projetés au complexe de la Romaine, le promoteur devra :

- a)** Discuter de l'effet de la qualité des réservoirs du complexe de la Romaine comme habitat d'alimentation pour les poissons. La discussion devra notamment intégrer les préférences alimentaires des espèces, l'effet attendu des marnages sur la production d'invertébrés benthiques, la représentativité des milieux peu profonds et la nature des substrats en place (matériaux de surface).
- b)** Discuter du potentiel de reproduction du grand corégone en lien avec les substrats qui seraient disponibles dans les réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3.
- c)** Discuter de l'effet de marnages annuels de l'ampleur de ceux anticipés au complexe de la Romaine sur la reproduction du grand corégone. Le promoteur devra fournir des exemples où des populations de grands corégonos se développent bien malgré des marnages annuels de l'ordre de ceux qui caractériseraient les réservoirs du complexe de la Romaine.
- d)** Fournir un tableau comparant les caractéristiques physiques et d'exploitation (superficie, marnage multi annuel, marnage moyen annuel, profondeur moyenne, développement de la ligne de rivage, etc.) de chacun des réservoirs hydroélectriques du complexe de la Romaine, des réservoirs de la Côte-Nord (aux Outardes, Bersimis, Manic, Sainte-Marguerite) et de ceux du complexe La Grande.

Réponse

Chacun des réservoirs exploités par Hydro-Québec dans l'ensemble du Québec a une morphologie, un mode de fonctionnement et des communautés de poissons uniques qui lui sont propres (voir le tableau CA-43-1). L'historique de pêche sportive qui leur est associé sera vraisemblablement reproduit dans les réservoirs de la Romaine. Bien que la composition des communautés des réservoirs projetés ne puisse être décrite avec une exactitude absolue, des spécialistes ont dressé au meilleur de leurs connaissances et de façon prudente un tableau réaliste de la situation dans les conditions futures. Dans cet esprit, les espèces de poissons dont la présence est douteuse pour n'importe lequel des quatre réservoirs projetés ont été écartées des prévisions. Par conséquent, la probabilité que le nombre d'espèces et le taux de production de poissons dans les réservoirs aient été sous-évalués est plus élevée que la probabilité inverse.

a) Qualité des habitats de réservoir

On ne peut juger de la valeur des habitats de réservoir à partir de leurs seules caractéristiques physiques puisque les conditions qui sont offertes aux poissons dans de grandes portions terrestres ennoyées ne sont pas connues. À titre d'exemple, on suppose que les secteurs ennoyés dans lesquels la végétation terrestre est demeurée en place pourront soutenir une bonne production ichthyologique en raison de leur richesse en abris et en nourriture (Ploskey, 1986 ; Brown, 1986). Or, on ne peut inventorier la plupart de ces endroits, car il est impossible d'y installer adéquatement des engins de pêche. Dans ce contexte, les conclusions sur la qualité des réservoirs à titre d'habitat pour le poisson doivent reposer sur d'autres indices. À cet égard, la comparaison des résultats de pêche sur de longues périodes semble la plus appropriée.

Le suivi effectué entre 1977 et 2000 dans six réservoirs (Robert-Bourassa, Opinaca, Caniapiscau, La Grande 1, Laforge 2 et Laforge 1) du complexe La Grande (Therrien et coll., 2002) permet de dégager certaines tendances dans l'évolution des populations de poissons qui peuplent les réservoirs. Il met entre autres en évidence les points suivants :

- Les rendements de pêche connaissent une hausse rapide après l'ennoisement d'un secteur, pour redescendre graduellement à leur niveau d'origine après une douzaine d'années.
- Le grand corégone s'adapte particulièrement bien aux nouvelles conditions d'habitat et devient rapidement l'espèce dominante des communautés de poissons dans tous les réservoirs.
- Le grand brochet, le meunier rouge, le doré jaune et la lotte peuvent également connaître du succès en réservoir.
- Le touladi est l'espèce qui éprouve le plus de difficultés en réservoir, notamment en raison d'un problème de recrutement associé aux marnages.

Le meunier rouge, le grand corégone et le grand brochet sont relativement abondants dans le bassin de la rivière Romaine et formeront vraisemblablement un groupe dominant dans les communautés des réservoirs projetés en raison de leur grande capacité d'adaptation à ce type de milieu.

Le meunier rouge et le grand corégone apprécient les eaux froides (Coker et coll., 2001) et, pour cette raison, sont susceptibles de fréquenter les milieux plus profonds (> 10 m) des grands plans d'eau (Bradbury et coll., 1999). Très opportunistes, ces deux espèces sont les plus susceptibles de connaître une augmentation de leur population dans les nouveaux réservoirs.

Les troncs d'arbres submergés sont particulièrement attirants pour le meunier rouge, qui s'en sert à la fois comme structures d'abri et source de nourriture. Les troncs auraient, entre autres, la capacité de produire un substrat propice aux invertébrés dont ce poisson se nourrit (Bradbury et coll., 1999). Le fait que l'aire de répartition du meunier rouge se soit vite agrandie vers les secteurs ennoyés de la rivière Sainte-Marguerite après la construction de l'aménagement de la Sainte-Marguerite-3 (GENIVAR, 2006) appuie cette thèse.

Le grand corégone est pour sa part considéré comme une espèce plastique qui exploite tous les types d'habitat et toutes les ressources alimentaires disponibles. Ce poisson se nourrit aussi bien d'invertébrés terrestres (insectes en surface) et benthiques que d'organismes planctoniques et de poissons (Scott et Crossman, 1974 ; Bradbury et coll., 1999). Dans ce contexte, la production du grand corégone est davantage associée à la superficie du plan d'eau qu'à sa forme ou sa configuration. Comme l'indique la réponse à la question CA-60, le marnage dans les réservoirs du complexe de la Romaine se produira principalement en hiver. Au printemps suivant, le substrat des berges exondées sera recolonisé rapidement par les organismes benthiques qui, malgré le nombre réduit de taxons, pourront contribuer au régime alimentaire du grand corégone.

Les résultats des pêches effectuées dans le cadre du suivi du mercure dans le réservoir de la Sainte-Marguerite 3, dans le bassin très encaissé de la Sainte-Marguerite (Côte-Nord), mettent en évidence la hausse du rendement de capture du grand corégone après la mise en eau. Entre 1996 et 2005, le rendement numérique y est passé de 0,2 à 4,8 captures/filet-jour (CPUE) et le rendement pondéral de 0,03 à 2,75 kg/filet-jour (BPUE) pour cette seule espèce (GENIVAR, 2006). Ces taux d'augmentation sont spectaculaires et de beaucoup supérieurs à ceux qui ont été signalés pour les réservoirs plus évasés (Opinaca, Caniapiscou et Robert-Bourassa) de la Baie-James (Therrien et coll., 2002), témoignant de la grande résilience de l'espèce en réservoir.

Par ailleurs, la préférence du grand corégone et du meunier rouge pour les milieux profonds a été confirmée dans de nombreux plans d'eau, dont les réservoirs Gouin (Houde et Scrosati, 2003), de Caniapiscou (GENIVAR, 2007), Robert-Bourassa (Lalumière et Dussault, 1992), aux Outardes 4 et Pipmuacan (Gendron, 1991) ainsi

que dans le lac du Bois Long (Gendron, 1991) et le lac Simcoe (COSEWIC, 2005), en Ontario.

Le grand brochet s'adapte lui aussi relativement bien aux réservoirs (Therrien et coll., 2002) mais, contrairement au meunier rouge et au grand corégone, il fréquente des eaux plus tempérées (Coker et coll., 2001). Par conséquent, ce poisson se concentrera dans les zones peu profondes (< 10 m) des grandes masses d'eau (Bradbury et coll., 1999). Compte tenu du faible ratio d'habitats situés à une profondeur inférieure à 10 m dans les réservoirs de la Romaine, la productivité du grand brochet sera moins élevée que celles du meunier rouge et du grand corégone.

b) Potentiel de reproduction du grand corégone

En milieu naturel, le grand corégone se reproduit habituellement à une profondeur inférieure à 8 m et dans une gamme de substrats dont la granulométrie varie entre celles du sable et de la pierre (Scott et Crossman, 1974 ; Goodyear, 1982 ; Bradbury et coll., 1999). Dans les secteurs ennoyés de la Romaine, des matériaux meubles seront mis en circulation et pourraient théoriquement produire des habitats de fraie pour ce poisson. Toutefois, le marnage important des réservoirs de la Romaine 2 et de la Romaine 3 aura pour effet d'exonder une bonne partie des zones littorales de cette région en période hivernale. Par conséquent, le recrutement du grand corégone sera assuré par la fréquentation des aires de fraie situées à l'extérieur de ces deux plans d'eau, vraisemblablement dans leurs canaux de fuite et leurs principaux tributaires.

Cette affirmation s'appuie sur les nombreuses observations effectuées dans les principaux réservoirs du Québec. Il est en effet connu que le grand corégone fraie à la sortie des canaux de fuite en aval des centrales Manic-2 (Larose et Bérubé, 2006a), Manic-3 (Larose et Bérubé, 2006b), Manic-5 (Naturam, 1990), aux Outardes-2 et aux Outardes-3 (Gendron et Fortin, 1984 ; Gendron, 1988). De plus, on a observé que le grand corégone pénètre dans les plus gros tributaires pour se reproduire à l'automne dans les réservoirs de Caniapiscaw (Lemieux et Doyon, 1998), Laforge 2 (Environnement Illimité, 1997) et aux Outardes 4 (Gendron, 1990 ; Groupe Environnement Shooner inc., 1993).

c) Effet des marnages sur la reproduction du grand corégone

Le grand corégone s'est bien adapté aux nouvelles conditions et a connu une augmentation de population dans les principaux réservoirs de la Baie-James (Lalumière et Dussault, 1992 ; Therrien et coll., 2002) et de la Côte-Nord (Gendron, 1990 ; Gendron et Bélanger, 1991). Aucune frayère à grand corégone n'a été trouvée dans ces réservoirs. Comme il est précisé plus haut, il a été démontré que le grand corégone se reproduit principalement au pied des centrales et dans les plus gros tributaires des réservoirs, mais peu dans le réservoir même. C'est ce qui semble expliquer en grande partie pourquoi le grand corégone réussit bien dans ces milieux. Deux études réalisées au Québec ont en effet montré que le marnage ne semble pas

avoir d'effet sur la reproduction, aucune relation entre la force des classes d'âge et le marnage n'ayant été relevée (Gendron, 1990 ; Gendron et Bélanger, 1991).

d) Tableau de comparaison des réservoirs

Le tableau CA-43-1 présente les superficies, les marnages maximaux (interannuels) et annuels moyens, les profondeurs moyennes et les indices de ligne de rivage de plusieurs réservoirs gérés par Hydro-Québec. Il faut préciser que, contrairement à la plupart de ces réservoirs, ceux de la Romaine auront une réserve disponible nulle ou représentant une faible proportion de la réserve utile totale, de sorte que le complexe ne comportera pas de réserve multi-annuelle. Ainsi, chaque année, le débit turbiné dépendra des apports naturels de l'année en cours.

Tableau CA-43-1 : Comparaison entre les caractéristiques des réservoirs gérés par Hydro-Québec supportant une population de grand corégone au Québec et celles des réservoirs projetés

Réservoir	Superficie (km ²)	Marnage interannuel (m)	Marnage annuel moyen (m)	Profondeur moyenne (m)	Périmètre (km)	Indice de ligne de rivage
Romaine 4	142,2	16,5	13,6	19,1	302	7,1
Romaine 3	38,6	13,0	12,7	48,7	105	4,8
Romaine 2	85,8	5,0	4,9	43,4	313	9,5
Romaine 1	12,6	1,5	1,5	11,7	98	7,8
Opinaca	1 040	4,0	3,6	8,2	1 277,8	11,2
La Grande 1	70	1,5	0,9	18,6	186,2	6,3
Robert-Bourassa	2 835	7,7	3,3	22,0	1 978,3	10,5
La Grande 3	2 420	12,2	5,5	24,4	1 992,6	11,4
La Grande 4	765	11,0	8,0	29,4	1 050,9	10,7
Laforge-1	1 288	8,0	4,0	6,2	1 320	10,4
Laforge-2	286	1,5	1,5	6,3	392	6,5
Caniapiscau	4 275	12,9	2,1	16,8	3 430	14,8
Manicouagan	1 926,4	19,8	5,2	72,0	1 092,7	7,0
Manic 3	216,9	1,5	1,2	47,0	331,1	6,3
Manic 2	114,3	1,5	1,5	29,2	292,8	7,7
Manic 1	11,8	1,3	1,0	7,8	42,2	3,5
Outardes 4	676,6	20,2	7,1	36,0	991,2	10,8
Outardes 3	11,1	1,3	1,3	12,7	57,5	4,9
Outardes 2	28,2	0,6	0,6	6,6	138,7	7,4
Pipmuacan	859,3	10,4	5,0	16,3	1 021,6	9,8
Sainte-Marguerite 3	252,7	14,0	5,8	74,3	493,2	8,8
Robertson ^a	73,2	9,1	3,0	8,3	ND	ND

a. Le réservoir Robertson n'abrite pas de grand corégone. Les données physiques ne sont présentées qu'à titre indicatif.

Références

- Bradbury, C., M.M. Roberge et C.K. Minns. 1999. « Life History Characteristics of Freshwater Fishes Occurring in Newfoundland and Labrador, with Major Emphasis on Lake Habitat Characteristics ». *Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci.*, n° 2485.
- Brown, A.M. 1986. « Modifying Reservoir Fish Habitat with Artificial Structures ». In E. Hall et M.J. Van Den Avyle (réd.). *Reservoir Fisheries Management : Strategies for the 80's*. Bethesda (MD), American Fisheries Society, p. 98-102.
- Coker, G.A., C.B. Portt et C.K. Minns. 2001. « Morphological and Ecological Characteristics of Canadian Freshwater Fishes ». *Can. MS Rpt. Fish. Aquat. Sci.*, n° 2554. 89 p.
- COSEWIC 2005. *COSEWIC assessment and update status report on the lake whitefish (Lake Simcoe population) Coregonus clupeaformis in Canada*. Ottawa, Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 36 p. En ligne : [www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm].
- Environnement Illimité. 1997. *Suivi des tributaires de la région de Laforge-2 (1997). Reproduction des poissons*. Préparé pour la Société d'énergie de la Baie James. Montréal, Environnement Illimité. 29 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 2005. Évolution des communautés de poissons et du mercure*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR société en commandite. 79 p. et ann.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 158 p. et ann.
- Gendron, M. 1988. « Étude comparative de différents aspects de la biologie des populations de grands corégones (*Coregonus clupeaformis*, Mitchill) nains et normaux du réservoir aux Outardes 2 ». Mémoire de maîtrise. Montréal, Université du Québec à Montréal. 127 p.
- Gendron, M. 1990. *Étude de l'effet du marnage sur l'ichtyofaune (1989) : Outardes 4 et Baskatong*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 87 p.
- Gendron, M. 1991. *Étude de l'effet du marnage sur la faune ichtyenne, réservoirs Pipmuacan, Outardes-4 et Manic-5. Travaux de recherche, automne 1990*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 108 p. et ann.
- Gendron, M., et B. Bélanger. 1991. *Étude de l'effet du marnage sur la faune ichtyenne (1990) : réservoirs Pipmuacan, Outardes 4 et Manic 5*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 108 p. et ann.
- Gendron, M., et R. Fortin. 1984. *Étude de la croissance et de la reproduction du grand corégon du réservoir aux Outardes 2*. Montréal, Hydro-Québec. 67 p.
- Groupe Environnement Shooner. 1993. *Suréquipement des aménagements du complexe Outardes. Reproduction du grand corégon dans le secteur nord du réservoir Outardes 4*. Préparé pour Hydro-Québec. Loretteville, Groupe Environnement Shooner. 18 p. et ann.
- Goodyear, C.S., T.A. Edsall, D.M. Ormsby Dempsey, G.D. Moss et P.E. Polanski,. 1982. *Atlas of the spawning and nursery areas of Great Lakes fishes. Volume thirteen : Reproductive Characteristics of Great Lakes fishes*. Document n° FWS/OBS-82/52. Washington (DC), U.S. Fish and Wildlife Service.

- Hall, E., et M.J. Van Den Avyle (réd.). 1986. *Reservoir Fisheries Management : Strategies for the 80's*. Bethesda (MD), American Fisheries Society.
- Houde, L., et J. Scrosati. 2003. *Pêche expérimentale au réservoir Gouin en 2002*. Vol. 1 : *Composition et évolution de la communauté de poissons*. Rapport technique. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec. 31 p.
- Lalumière, R., et D. Dussault. 1992. *Résultats des pêches exploratoires effectuées en 1991 dans le réservoir La Grande 2*. Préparé pour Hydro-Québec. Loretteville, Groupe Environnement Shooner. 53 p. et ann.
- Larose, M., et A. Bérubé. 2006a. *Projet de rééquipement de la centrale Manic-2. Étude de la fraie des corégoninés dans le bief aval de la centrale*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR, société en commandite. 27 p. et ann.
- Larose, M., et A. Bérubé. 2006b. *Projet de rééquipement de la centrale Manic-3. Étude de la fraie des corégoninés dans le bief aval de la centrale*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR, société en commandite. 29 p. et ann.
- Lemieux, C., et J.-F. Doyon. 1998. *Suivi des tributaires aménagés du réservoir Caniapiscau (1997)*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe conseil. 63 p. et ann.
- Naturam Environnement. 1990. *Étude d'un site de fraie potentiel en aval des centrales hydroélectriques Manic-5 et Manic-5 PA*. Préparé pour Hydro-Québec. Baie-Comeau, Naturam Environnement. 45p.
- Ploskey, G.R. 1986. *Management of the Physical and Chemical Environment. Effects of Water Level Changes on Reservoir Ecosystems, with Implications for Fisheries Management*. In E. Hall et M.J. Van Den Avyle (réd.). *Reservoir Fisheries Management : Strategies for the 80's*. Bethesda (MD), American Fisheries Society, p. 86-97.
- Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Bulletin n° 184. Ottawa, Office des recherches sur les pêcheries du Canada. 1 026 p.
- Therrien, J., R. Verdon et R. Lalumière. 2002. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des communautés de poissons. Rapport synthèse 1977-2000*. Québec, GENIVAR Groupe Conseil et Hydro-Québec Production. 131 p. et ann.

■ CA-44

Références : n/a

Le promoteur fournit dans l'ÉI la superficie des réservoirs à leur cote maximale d'exploitation.

Le promoteur devra également fournir les superficies de chacun des réservoirs à leur cote minimale.

Réponse

Les superficies de chacun des réservoirs à leur niveau d'exploitation minimal ont été présentées aux tableaux 9-2, 10-2, 11-2 et 12-2 de l'étude d'impact. Le tableau CA-44-1 les présente à nouveau.

Tableau CA-44-1 : Superficies des réservoirs au niveau d'exploitation minimal

Réservoir	Niveau d'exploitation minimal (m)	Superficie au niveau d'exploitation minimal (km ²)
Romaine 4	442,1	77,4
Romaine 3	352,8	34,5
Romaine 2 :		
avant la mise en service de l'aménagement de la Romaine-4	224,8	68,3
après la mise en service de l'aménagement de la Romaine-4	238,8	81,0
Romaine 1	80,8	11,2

■ CA-45

Références : Poly-Géo. 2006. Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement. Géomorphologie, caractérisation de l'Évolution des rives et sensibilité à l'érosion. 121 p. et annexes.

Selon les cartes (format papier) de l'annexe F de Poly-Géo (2006), les secteurs des réservoirs de la Romaine-2 et de la Romaine-3 comporteraient peu de zones sensibles à l'érosion. Cependant, les données de cette même annexe provenant du document en format électronique, montrent qu'une très grande proportion de la zone de marnage de ces réservoirs aurait une sensibilité moyenne à l'érosion.

Le promoteur devra expliquer cette différence.

Réponse

Les cartes de l'annexe F de l'étude de Poly-Géo, fournies dans le document électronique, sont erronées. L'erreur s'est produite au moment du transfert des fichiers sur le disque : les secteurs ne présentant aucune sensibilité à l'érosion sont apparus en jaune, alors que cette couleur était destinée aux zones de sensibilité moyenne. Les informations figurent correctement sur les cartes en format papier (Poly-Géo, 2006). Les fichiers corrigés des cartes seront transmis par voie électronique à l'ACEE.

Référence

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

■ CA-46

Références : Génivar 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Juillet 2005. 202 p. et annexes.

Génivar. 2006a. *Complexe de la Romaine – Faune ichtyenne : Rapport d'inventaire 2005.* Génivar Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. 123 p. et annexes.

Génivar 2007c. *Complexe de la Romaine - Faune ichtyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel.* GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

Génivar, 2007f. *Concept d'aménagement d'habitats de compensation pour le saumon atlantique de la Romaine. Rapport de GENIVAR Société en commandite à Hydro- Québec Équipement.* 18 p. et annexe.

Génivar 2007b. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique.* Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Selon le tableau 6.4 de Génivar (2005), la fraie du grand corégone n'a pu être confirmée sur le site potentiel identifié en aval du canal de fuite de la Romaine-2 en 2004. D'après le tableau 6-4 de Génivar (2006a), la fraie du grand corégone aurait toutefois été confirmée sur cette frayère à l'automne 2005. D'ailleurs, la superficie de la frayère confirmée en 2005 a été délimitée et couvrirait 6 500 m² (Génivar, 2007c). Or, selon les annexes 4 et 5 du même document, aucune pêche exploratoire ni aucune visite des sites de fraie potentiels n'auraient été effectuées en aval de l'aménagement de la Romaine-2 à l'automne 2005.

Le promoteur devra :

- a) Expliquer pourquoi il indique que le site de fraie en aval du Bassin des Murailles a été utilisé à l'automne 2005 alors que les informations présentées en annexe de Génivar (2006a) semblent indiquer qu'aucune visite de cette frayère potentielle n'a alors été effectuée.
- b) Présenter les détails méthodologiques et les résultats des pêches qui ont permis de confirmer l'utilisation de cette frayère par le grand corégone et comment a été déterminé sa superficie.
- c) Discuter comment il se fait qu'une aussi grande frayère ait été identifiée alors qu'aucun grand corégone n'a été capturé lors des échantillonnages effectués sur le cours de la rivière Romaine dans le secteur situé entre les barrages projetés de la Romaine-1 et de la Romaine-2.
- d) Eclaircir l'information liée à la superficie de la frayère a grand corégone. D'après Génivar (2007f), la frayère a grand corégone existante (PK 81,3), a une superficie évaluée à 3 750 m. Selon Génivar (2007b), cette même frayère aurait une superficie potentielle de 27265 m et aurait été utilisée sur 6500 m en 2005.

Réponse

Il faut d'abord préciser que la frayère potentielle à grand corégone visitée en 2004 — mais non confirmée — se trouve à l'amont du bassin des Murailles, soit immédiatement à la sortie du canal de fuite de la centrale de la Romaine-2 projetée, au PK 83,7 (site n° 30696 ; voir l'annexe 8.5 et la carte 3 dans GENIVAR, 2005). L'aire visitée et confirmée en 2005 se trouve au PK 81,3, à l'aval du seuil qui détermine le niveau d'eau du bassin des Murailles (PK 81,8). Il s'agit donc de deux lieux différents.

a) Visite de la frayère à grand corégone en aval du bassin des Murailles

L'annexe 5 du rapport d'inventaire de 2005 (GENIVAR, 2006) présente les caractéristiques des frayères potentielles non confirmées. Par conséquent, la frayère du site n° 1632, dont l'utilisation a été confirmée, n'est pas mentionnée dans cette annexe, mais plutôt dans le tableau 6-8 du rapport d'inventaire de 2005 (GENIVAR, 2006), qui fournit les caractéristiques des frayères confirmées.

b) Détails méthodologiques des pêches et calcul de superficie de la frayère n° 1632

La méthode détaillée d'inventaire des frayères est présentée à la section 6.2.3.2 du rapport d'inventaire de 2005 (GENIVAR, 2006). Pour le site n° 1632, on a dispersé sept filets de dérive sur l'aire potentielle de fraie. Le tableau CA-46-1 donne le résultat des captures d'œufs selon l'emplacement de chaque engin de pêche. À partir de l'emplacement des filets qui ont permis la capture d'œufs, on a délimité l'aire utilisée par le grand corégone et estimé sa superficie (voir la carte CA-46-1).

Tableau CA-46-1 : Résultat des pêches au filet de dérive effectuées à la frayère potentielle n° 1632 à l'automne 2005

Engin	Numéro séquentiel	Nombre d'œufs de grand corégone
Filet de dérive	1962	3
Filet de dérive	1963	1
Filet de dérive	1964	0
Filet de dérive	1965	1
Filet de dérive	1966	0
Filet de dérive	1967	1
Filet de dérive	1968	0

c) Frayère à grand corégone confirmée sans capture de l'espèce dans le secteur

Comme on le précise à la section 6.3.4.3 du rapport d'inventaire de 2005 (GENIVAR, 2006), les frayères du grand corégone présentent de grandes superficies, mais les densités d'œufs récoltés sont faibles. L'aire n° 1632, située au PK 81,3, c'est-à-dire à quelque 500 m en aval du seuil qui se trouve à la sortie du bassin des Murailles (PK 81,8), a été échantillonnée à l'automne 2005. Les pêches au filet de dérive n'ont alors permis de capturer que six œufs. On en conclut que la densité de grands corégonos utilisant cette frayère est faible. Cela explique probablement pourquoi il n'y a pas eu de capture de grand corégone lors des campagnes de pêche estivales dans ce secteur.

d) Superficie réelle de la frayère à grand corégone du PK 81,3

La superficie réelle de la frayère à grand corégone située au PK 81,3 de la Romaine est de 3 750 m² (GENIVAR, 2007c). Elle a été déterminée à partir de la répartition des œufs récoltés lors de l'inventaire de la fraie de l'automne 2005 (voir la carte 6-4 de GENIVAR, 2006).

La superficie potentielle de 27 265 m² et sa superficie de 6 500 m² utilisée par le grand corégone en 2005, auxquelles fait référence le MPO, n'ont pas été retrouvées dans le rapport sectoriel de GENIVAR (2007a). La superficie de 27 265 m² correspond à l'étendue potentielle de la frayère délimitée lors de l'inventaire de 2005 (voir le tableau 6-8 et la carte 6-4 de GENIVAR, 2006). Quant à la superficie utilisée de 6 500 m², il s'agit probablement d'une valeur véhiculée au cours de rencontres ou des versions préliminaires des rapports sectoriels, qui devait provenir de la carte 11-1 du rapport sectoriel sur le potentiel d'aménagement (GENIVAR, 2007b).

Références

- GENIVAR. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichthyenne. Rapport d'inventaire 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 202 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Complexe de la Romaine. Faune ichthyenne. Rapport d'inventaire 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 123 p.
- GENIVAR. 2007a. *Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel. Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique*. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 84 p. et ann.
- GENIVAR. 2007b. *Complexe de la Romaine. Faune ichthyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 123 p. et ann.
- GENIVAR. 2007c. *Concept d'aménagement d'habitats de compensation pour le saumon atlantique de la Romaine*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 18 p. et ann.

■ CA-47

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-28

Génivar 2007a. Complexe de la rivière Romaine. Détermination du régime de débits réservés. Rapport sectoriel. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Novembre 2007. 94 p. et annexes.

Randall, R. G., Kelso, J. R. M. et Minns, C. K. 1995. Fish production in freshwater : Are rivers more productive than lakes ? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52 : 631-643.

Horne, A. J. et Goldman, C. R. 1994. *Limnology*. Second edition. McGraw-Hill inc. 575 p.

Schindler, D. E. et Scheuerell, M. D. 2002. Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos* 98 : 177-189.

Vander Zanden, M. J., Essington, T. E. et Vadeboncoeur, Y. 2005. Is pelagic top-down control in lakes augmented by benthic energy pathways ?

Kline, C. T., Wilson, W. J. et Goering, J. J. 1998. Natural isotope indicators of fish migration at Prudhoe Bay, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 : 1494-1502.

Power, M., Klein, G. M., Guiguer, K. R. R. A. et Kwan, K.H. 2002. *Journal of Applied Ecology* 39 : 819-830.

Vander Zanden, M. J. et Vadeboncoeur, Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology* 83 : 2152-2161.

Bertolo, A., Carignan, R., Magnan, P., Pinel-Alloul, B., Planas, D. et Garcia, E. 2005. Decoupling of pelagic and littoral food webs in oligotrophic Canadian Shield lakes. *Oikos* 111 : 534-546.

Byström, P., Karlsson, J., Nilsson, P., Van Kooten, T., Ask, J. et Olofsson, F. 2007. Substitution of top predators : effect of pike invasion in a subarctic lake. *Freshwater Biology* 52 : 1271-1280.

Doyon, J.-F. et Belzile, L. 1998. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (1977-1996). Suivi des communautés de poissons et étude spéciale sur le doré jaune (secteur ouest du territoire). Rapport présenté par le Groupe-conseil Génivar inc. à la direction Expertise et Support technique de production, unité Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec. 145 p. et annexes.

Comme décrite au chapitre 4 de Génivar (2007a), la production annuelle (kg/an) de poissons des lacs ennoyés et des réservoirs projetés a été estimée avec notamment des résultats des pêches expérimentales réalisées dans dix lacs du territoire qui seront inondés lors de la mise en eau des réservoirs et avec des équations proposées par Randall *et coll.* (1995). Le promoteur propose également d'évaluer distinctement la productivité associée à la zone littorale et celle associée à la zone pélagique. Les poissons capturés par les filets situés à une profondeur moyenne de 4 m et moins ont été utilisés pour déterminer la productivité de la zone littorale, alors que l'échantillon associé à une profondeur moyenne supérieure à 4 m a permis d'évaluer celle de la zone pélagique. Par la suite, le promoteur attribue les productivités obtenues en lacs pour les zones littorales (4,2 kg/ha/a) et pélagiques (6,4 kg/ha/a), ventilées pour chacune des espèces, aux superficies de ces zones dans les réservoirs projetés.

L'utilisation d'une approche visant à estimer la production de poissons (kg/an) dans les réservoirs, malgré les nombreuses lacunes qu'elle comporte, offre un

certain intérêt dans la mesure où l'on est conscient des faiblesses et de la portée de la méthode, que les résultats sont interprétés conjointement avec les caractéristiques des habitats disponibles dans les milieux projetés et dans le contexte où l'objectif est d'établir des tendances plutôt que des résultats absolus. Le MPO estime aussi que l'utilisation combinée d'une approche basée sur la production de poissons et sur l'habitat disponible permettra de tirer profit des forces de chacune des méthodes et d'effectuer une certaine vérification des résultats obtenus.

Par ailleurs, le MPO estime qu'il est tout à fait pertinent et même essentiel de tenter de distinguer la productivité issue des milieux littoraux et celle reliée aux milieux pélagiques. Cependant, le MPO est d'avis que la méthodologie employée par le promoteur pour faire cette distinction dans les lacs du territoire induit une surestimation majeure de la production annuelle des réservoirs. D'ailleurs, la productivité d'environ 1,5 fois plus élevée obtenue par le promoteur en zone pélagique par rapport à celle en zone littorale origine probablement en partie de ces lacunes méthodologiques puisqu'il est reconnu que la zone littorale est plus productive (Horne et Chapman, 1994).

D'abord, le MPO est d'avis que la profondeur moyenne d'un filet ne permet pas de déterminer si les poissons utilisaient la zone littorale au moment de leur capture. En effet, des poissons peuvent avoir été classés comme appartenant au groupe pélagique même s'ils se retrouvaient dans la portion du filet pêchant dans la zone littorale, et ce, uniquement parce que la bathymétrie de la station de pêche fait en sorte que la profondeur moyenne du filet est supérieure à 4 m. De plus, le promoteur indique à la page 23-28 de l'ÉI que la zone littorale n'a pu être échantillonnée entre 0 et 2 m de profondeur à l'aide des filets maillants. En plus de sous échantillonnés la zone peu profonde, cette méthodologie pourrait avoir eu comme effet d'augmenter la profondeur moyenne des filets au-delà de la limite de 4 m et ainsi classer les poissons pêchés dans le groupe des captures pélagiques même s'ils ont été capturés dans la portion littorale du filet.

Par ailleurs, étant donné que les poissons sont des organismes mobiles qui peuvent explorer des habitats à la fois littoraux et pélagiques et que les interactions écologiques entre ces deux zones sont grandes, surtout dans de petits plans d'eau (Schindler et Scheurell, 2002 ; Vander Zanden et coll., 2005), des doutes sont soulevés quant à l'approche de classer la production de poissons aux zones littorales et pélagiques en se basant uniquement sur la position de leur capture dans des lacs de petite taille comme ceux échantillonnés.

Finalement, le promoteur établit des productivités pélagiques en lacs et en réservoirs pour des espèces typiquement littorales ce qui a pour effet de surestimer grandement la contribution des milieux pélagiques à la productivité de celles-ci. Par exemple, près de 70 % de la production annuelle totale de l'ensemble des réservoirs calculée est associée au meunier rouge, au meunier noir et au grand brochet en zone profonde. Or, plusieurs études, utilisant un isotope du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) comme indicateur de

l'appartenance littorale et pélagique, indiquent que la biomasse de ces espèces en lacs provient en très grande partie de la zone littorale (Kline *et coll.*, 1998 ; Power *et coll.*, 2002 ; Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002 ; Bertolo *et coll.*, 2005 ; Byström *et coll.*, 2007). Même une espèce ayant une alimentation plus généraliste comme le grand corégone, dont la production en zone profonde représenterait une part importante de la communauté en réservoir (environ 25 % selon le promoteur), aurait également une appartenance aux milieux littoraux lacustres importants (Power *et coll.*, 2002 ; Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002 ; Bertolo *et coll.*, 2005). D'ailleurs, les travaux complémentaires effectués dans le secteur du complexe La Grande comme ceux de Doyon et Belzile (1998) suggèrent que bon nombre d'espèces, comme le grand brochet et les meuniers utilisent les secteurs aux pourtours des rives des réservoirs et que les portions plus au large sont davantage utilisées par le cisco, une espèce qui aurait effectivement une très forte appartenance aux milieux pélagiques (Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002 ; Power *et coll.*, 2002).

Considérant les lacunes soulevées ci-haut, le promoteur devra :

- a)** Présenter la productivité (kg/ha/an) de l'ensemble des lacs à partir des pêches effectuées sans classer les captures selon la profondeur des filets (zones littorales et pélagiques). En attendant que des outils plus performants soit spécifiquement développés pour établir les distinctions de la contribution des milieux littoraux et pélagiques pour la production de poissons en milieu lacustre et en réservoir, le MPO nuancera cette productivité, préalablement ventilée par espèce, à partir de données permettant de déterminer leurs appartenances littorales et pélagiques. Les appartenances littorales/pélagiques utilisées, déterminées à partir de la littérature pertinente et citée précédemment, seront les suivantes pour les espèces cible : grand brochet (85 % / 15 %), meunier rouge (85 % / 15 %), meunier noir (85 % / 15 %), grand corégone (60 % / 40 %), cyprins (80 % / 20 %) et lotte (85 % / 15 %), omble de fontaine (80 % / 20 %) et touladi (50 % / 50 %).

Les productivités (kg/ha/an) par espèce en lac ainsi nuancées seront multipliées par les superficies littorales et pélagiques des réservoirs projetés. Par la suite, les résultats obtenus seront interprétés conjointement avec les caractéristiques physiques de chacun des réservoirs.

- b)** Fournir les biomasses relatives des différentes espèces en lacs à partir de l'ensemble des captures sans distinction par rapport à la zone littorale et la zone pélagique, et ce, pour chacun des secteurs pris individuellement (Romaine-1, Romaine-2, Romaine-3 et Romaine-4) puis combinés.

Réponse

a) Productivité des lacs

La méthode proposée par Hydro-Québec est une approche mixte habitat-production, en ce sens que la séparation des estimations selon la zone de profondeur tient compte de la différence d'habitat qui influe le plus sur la productivité des plans d'eau. Cette approche a été développée à des fins prédictives en réponse aux recommandations du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), par suite d'une rencontre à ce sujet entre Hydro-Québec et le MPO en février 2005 (Canada, MPO, 2005 ; Bérubé et coll., 2005). Le SCCS avait alors recommandé que le MPO et Hydro-Québec collaborent à l'élaboration d'une méthode d'estimation de la capacité de production de l'habitat du poisson pour l'évaluation environnementale des grands projets hydroélectriques. En effet, l'évaluation des impacts d'un grand projet hydroélectrique sur l'habitat aquatique présente des difficultés méthodologiques pour ce qui est de documenter l'atteinte de l'objectif de zéro perte nette de capacité de production des habitats, fixé par le MPO. Lors de la conférence nationale organisée à ce sujet par le Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson (CHIP) du MPO en octobre 2007, l'approche préconisée par Hydro-Québec n'a pu être discutée, car les discussions ont été limitées à l'élaboration des critères éventuels d'une telle méthode. Par conséquent, on ne dispose actuellement d'aucune méthode d'évaluation des impacts de grands projets hydroélectriques sur l'habitat du poisson qui fasse consensus parmi les experts.

C'est dans ce contexte qu'Hydro-Québec a développé un modèle prédictif qui innove par rapport à ce qui a été présenté au SCCS (Bérubé et coll., 2005). Testé sur les lacs et sur les cours d'eau de la zone d'étude, ce modèle a produit des valeurs de productivité équivalentes à celles qu'on trouve dans la documentation spécialisée pour des milieux comparables. Il est utile de rappeler que ces résultats ont été présentés lors de la Conférence canadienne de la recherche sur les pêches de janvier 2006.

L'objectif principal de cette approche mixte est de trouver une base de comparaison commune pour la productivité en lac et en rivière. Cette méthode permet en effet d'évaluer la capacité de production de l'ensemble du réseau hydrographique avant et après la réalisation d'un projet. Elle peut servir à la production d'un bilan pour les tronçons de la rivière Romaine et de ses tributaires qui seront ennoyés par les réservoirs.

En ce qui concerne les imperfections du modèle signalées par le MPO, Hydro-Québec les reconnaît, mais n'a pas voulu modifier les résultats sur une base arbitraire. Le MPO interprète la forte productivité du milieu pélagique comme une source d'erreur qui exagère la contribution de cette zone à la productivité du plan d'eau. Hydro-Québec considère plutôt que c'est la productivité de la zone littorale qui a été sous-estimée du fait qu'il est difficile d'échantillonner ce type de milieu et que le modèle

ne permet pas d'utiliser conjointement des résultats de pêche à la seine et au filet maillant (GENIVAR, 2007). Cela est d'autant plus évident que l'écart entre la productivité en rivière (où la zone littorale a été mieux échantillonnée) et la productivité des lacs est beaucoup plus important que l'écart déterminé par Randall et coll. (1995). À cet égard, Hydro-Québec estime que le bilan de production avant et après la réalisation d'un projet est nettement conservateur en ce sens qu'il exagère les pertes.

Hydro-Québec transmettra au MPO les données brutes de ses inventaires de terrain pour lui permettre d'appliquer sa méthode d'évaluation de la répartition des espèces par zone selon les résultats des analyses par isotope de carbone.

La productivité globale des lacs sans distinction entre zones pélagique et littorale, calculée selon les équations proposées par Randall et coll. (1995), s'établit à 6,15 kg/ha/a.

b) Biomasses relatives des poissons en lac

Les biomasses relatives des espèces de poissons capturées dans les lacs, par secteur, sont indiquées au tableau CA-47-1. La biomasse relative globale est basée sur les résultats de pêche au filet maillant dans les lacs des secteurs de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4. La biomasse relative dans les lacs situés dans le secteur de la Romaine-1 demeure distincte puisqu'elle est basée sur les résultats de pêche à la nasse.

Tableau CA-47-1 : Biomasse relative des espèces de poissons capturées dans les lacs selon le secteur

Espèce de poisson	Biomasse relative (%) selon le secteur				Biomasse globale ^e
	Romaine-1 ^a	Romaine-2 ^b	Romaine-3 ^c	Romaine-4 ^d	
Épinoche à trois épines	21,35	—	—	—	—
Épinoche à neuf épines	14,09	—	—	—	—
Grand brochet	—	86,11	16,08	10,45	19,98
Grand corégone	—	—	72,59	6,78	20,10
Lotte	—	—	0,14	—	0,03
Meunier noir	10,66	—	0,05	9,50	6,44
Meunier rouge	—	—	—	52,77	35,69
Omble chevalier	—	—	—	1,57	1,06
Omble de fontaine	53,90	13,89	—	16,67	12,80
Touladi	—	—	11,14	1,94	3,69
Ouananiche	—	—	—	0,32	0,22
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

a. D'après les rendements de la pêche à la nasse effectuée dans le lac n° 106.

b. D'après les rendements de la pêche au filet maillant effectuée dans les lacs n°s 1, 2, 101 et 102.

c. D'après les rendements de la pêche au filet maillant effectuée dans les lacs n°s 3 et 103.

d. D'après les rendements de la pêche au filet maillant effectuée dans les lacs n°s 4, 5, 6, 7, 8, 47, 104 et 105.

e. D'après les rendements de la pêche au filet maillant effectuée dans les secteurs de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4.

Références

Bérubé, M., R. Verdon, G. Durocher et J.-C. Guay. *Un protocole d'évaluation des changements de capacité de production de l'habitat du poisson lors de grands projets hydroélectriques*. Préparé pour le Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche 2005/051. Montréal, Hydro-Québec Équipement.

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 202 p. et ann.

Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2005. Considérations relatives à l'habitat du poisson associées aux aménagements hydroélectriques dans la région du Québec. Avis scientifique 2005/38. Ottawa, MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique. 6 p.

Randall, R.G., J.R.M. Kelso et C.K. Minns. 1995. « Fish production in freshwaters : Are rivers more productive than lakes? » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 631-643.

■ CA-48

Références : Horne, A. J. et Goldman, C. R. 1994. *Limnology*. Second edition. McGraw-Hill inc. 575 p.

Randall, R. G., Kelso, J. R. M. et Minns, C. K. 1995. *Fish production in freshwater : Are rivers more productive than lakes ?* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52 : 63 1-643.

Balon, E. K. et Coche, A. G. 1974. *Lake Kariba : A man-made tropical ecosystem in central Africa*. Monogr. Biol., vol. 24. Junk publishers, The Hagues. 767 p. dans Horne, A. J. et Goldman, C. R. 1994. *Limnology*. Second edition. McGraw-Hill inc. 575 p.

Jenkins, R. M. 1982. *The Morphological index and reservoir fish production*. Transactions of the American Fisheries Society. 111 : 133-140.

L'évaluation de la production annuelle effectuée par le promoteur repose notamment sur l'hypothèse que les réservoirs du complexe de la Romaine seraient aussi productifs que les lacs échantillonnés sur le territoire. Pour défendre cette hypothèse, le promoteur cite Horne et Goldman (1994) et Randall *et coll.* (1995). Or, les résultats présentés par Horne et Goldman (1994) dans la section traitant des réservoirs sont tirés des travaux de Balon et Coche (1974) portant sur la productivité d'un réservoir d'environ 5 500 km² en Afrique centrale qui ne peut évidemment pas être comparé aux réservoirs du complexe de la Romaine. En ce qui concerne l'information tirée de Randall *et coll.* (1995), la discussion des auteurs s'appuie notamment sur les travaux de Jenkins (1982) qui compare des lacs naturels (surface moyenne : 13 156 km² ; profondeur moyenne : 30 m) à des réservoirs de caractéristiques morphométriques très différentes (superficie moyenne : 50 km² ; profondeur moyenne : 10 m). Les réservoirs du complexe de la Romaine seront d'une taille et d'une profondeur nettement plus importante que les lacs échantillonnés, donc à l'inverse des lacs et réservoirs comparés par Jenkins (1982).

Le promoteur devra documenter pourquoi les réservoirs du complexe de la Romaine seraient tout aussi productifs que les lacs échantillonnés sur le territoire en utilisant des exemples comparables à la situation du complexe de la Romaine et en considérant les caractéristiques des réservoirs et des lacs impliqués (taille, marnage annuel, rapport surface littorale/pélagique, rapport périmètre/surface, etc.).

Réponse

L'argumentation du MPO suppose que la productivité de grands lacs naturels dans la même zone serait très inférieure à celle des lacs échantillonnés dans le cadre de l'étude d'impact. Nous ne pouvons supposer ni évaluer arbitrairement une différence de productivité entre petits, moyens et grands lacs. L'hypothèse que nous utilisons est la même que celle de plusieurs auteurs, dont Randall *et coll.* (1995), à savoir que les réservoirs sont considérés comme aussi productifs que les lacs (sinon plus productifs dans bien des cas). De fait, les grands réservoirs documentés dans le monde supportent généralement des pêches aux rendements comparables à ceux de grands lacs environnants. Il existe une littérature abondante sur le sujet, et le suivi du

complexe La Grande a abouti à la même conclusion. Nous ne pouvons ajouter plus d'information car toute comparaison directe entre les réservoirs projetés de la Romaine et des réservoirs existants se buterait à des différences au regard de la morphologie, des communautés de poissons ou des méthodes d'évaluation de la production. Hydro-Québec estime que l'analyse comparative de quelques réservoirs fournie dans l'étude d'impact permet de croire que les futurs réservoirs de la Romaine ne feront pas exception à la règle.

Référence

Randall, R.G., J.R.M. Kelso et C.K. Minns. 1995. « Fish production in freshwaters : Are rivers more productive than lakes? » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 631-643.

■ CA-49

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), tableau 23-66, page 23-90

Génivar 2007d. Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Belzile, L. Lalumière, R. et Doyon. 2000. Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Suivi des communautés de poissons du secteur est (1980-1999). Rapport synthèse. Présenté par le Groupe conseil Génivar inc. à la direction Expertise et Support technique de production, unité Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec. 108 p. et annexes.

Hydro-Québec. 2005. Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Complément de l'étude d'impact sur l'environnement. Réponses aux demandes de renseignements additionnels de l'administrateur provincial de la Convention de la Baie James et du Nord québécois et de la Commission fédérale d'examen. Volume 1. Réponses 1 à 137. 247 pages et annexes.

Le promoteur propose d'utiliser les biomasses relatives des stations CA4 11 (zone profonde) et CA413 (zone littorale) du réservoir Caniapiscau pour établir le portrait des communautés de poissons de la zone peu profonde et de la zone profonde des réservoirs projetés du complexe de la Romaine. Cette structure de la communauté de poissons projetée pour les réservoirs du complexe de la Romaine influence directement les calculs de production de poissons. Le promoteur appuie la sélection du réservoir de Caniapiscau par les similitudes au niveau des espèces présentes, des conditions météorologiques et du marnage (Génivar, 2007d). Pourtant, tel qu'indiqué précédemment, ce réservoir est très différent des réservoirs projetés au complexe de la Romaine. De plus, la composition de la communauté de poissons du réservoir de Caniapiscau semble offrir une divergence non négligeable par rapport à celle projetée dans les réservoirs du complexe de la Romaine. En effet, en 1999, près de 47 % de la biomasse de poissons comptabilisée provenait des captures de touladi, une espèce qui serait vraisemblablement absente naturellement des réservoirs du complexe de la Romaine (Belzile et coll., 2000). La biomasse relative de touladi de la station CA413 du réservoir de Caniapiscau de 1993 à 1999, utilisée par le promoteur comme modèle de la zone profonde des réservoirs du complexe de la Romaine, était à près de 73 %. Il est également à noter que la majorité des touladis capturés dans le

réservoir de Caniapiscau sont de gros poissons nés avant la mise en eau du réservoir en 1981 (Belzile *et coll.*, 2000).

Le MPO estime que les résultats de pêches d'une seule station, dont les caractéristiques (distance à la rive, proximité d'herbier ou de tributaire, etc.) semblent peu documentées, ne permettent pas d'établir une différenciation valable entre la biomasse relative de la communauté piscicole en zone peu profonde et celle en zone profonde surtout pour des plans d'eau aussi vastes et diversifiés que le réservoir Caniapiscau. D'ailleurs, selon Hydro-Québec (2005), le nombre relativement faible de stations échantillonnées dans le cadre du Réseau de suivi environnemental (RSE) ne permet pas de particulariser l'habitat en réservoir.

Bien qu'il faille utiliser l'information tirée des réservoirs existants avec prudence, le MPO estime qu'il est néanmoins pertinent de prendre en compte certains résultats, comme la place relative qu'occupe chacune des espèces dans une communauté de poissons en réservoir. Cependant, le MPO est d'avis qu'il est d'une importance majeure de faire un choix judicieux dans la sélection du ou des réservoirs qui serviront de modèle de la structure de la communauté de poissons des réservoirs projetés pour les calculs de production sans quoi les risques de biaiser l'analyse sont élevés. Le MPO estime que le modèle utilisé pourrait être différent pour chacun des quatre réservoirs du complexe de la Romaine selon la communauté de poissons anticipée, mais également selon leurs caractéristiques physiques (taille, topographie, marnage annuel, développement des rives, milieux lotiques accessibles, etc.). Le MPO est d'avis qu'il est nécessaire de considérer d'autres réservoirs que celui de Caniapiscau comme ceux de la Côte-Nord par exemple, qui ont vraisemblablement des conditions météorologiques et des communautés ichtyennes tout aussi comparables et une morphométrie peut-être plus apparentée à celle des réservoirs du complexe de la Romaine. Il est à noter qu'il sera difficile de trouver des réservoirs modèles en tout point identiques à ceux projetés au complexe de la Romaine. C'est pourquoi le MPO considère que les résultats des calculs de production doivent être intégrés comme un des éléments d'une analyse beaucoup plus large qui doit nécessairement intégrer une interprétation *a posteriori* des particularités des habitats de chacun des réservoirs.

Le promoteur devra :

- a) Justifier pourquoi il a sélectionné le réservoir Caniapiscou plutôt que des réservoirs de la Côte-Nord qui semblent pourtant avoir beaucoup plus de similitudes avec les réservoirs du complexe de la Romaine.
- b) Faire parvenir les documents suivants cités au tableau 23-66 de l'ÉI :
 - i. Gendron, M. 1991. Etude de l'effet du marnage sur la faune ichtyenne, réservoirs Pipmuacan, Outardes-4 et Manic-5. Travaux de recherche, automne 1990. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 108 p. et ann.
 - ii. Profaune. 1991. Etude d'impact. Suréquipement de Manic-2. Avant-projet, phase 2. Relevés et inventaires (1990). Préparé pour Roche ltée, Groupe-conseil. Sainte-Foy, Profaune. 80p. et ann.
 - iii. Therrien, J. 2006. Suivi environnemental du réservoir Robertson (1990-2005). Evolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons. Préparé pour Hydro-Québec Distribution. Québec, Génivar Groupe conseil. 57p. et ann.
- c) Fournir les biomasses relatives des communautés de poissons de chacun des réservoirs présentés au tableau 23-66.
- d) Présenter les abondances et biomasses relatives des réservoirs aux Outardes-2, aux Outardes-3 et Manic-3. Les documents de référence des données utilisées devront également être fournis.

Réponse

a) *Modèle de la Caniapiscou*

Les réponses aux questions CA-43 et CA-47 s'appliquent ici. De plus, les raisons qui ont mené au choix du réservoir de Caniapiscou sont exposées dans le rapport sectoriel sur les habitats et la production (GENIVAR, 2007). Compte tenu de la méthode adoptée par Hydro-Québec pour déterminer la production dans les zones littorales et pélagiques des réservoirs, la décision d'utiliser les données relatives au réservoir de Caniapiscou était justifiée par la disponibilité de données de pêche pour les zones littorales et pélagiques de ce réservoir ainsi que par les similarités entre ce bassin et celui de la Romaine au regard des communautés de poissons.

b) *Documents à fournir*

Les documents demandés seront transmis au MPO.

c) *Biomasses relatives*

Les biomasses relatives des communautés de poissons de chacun des réservoirs du tableau 23-66 de l'étude d'impact sont présentées au tableau CA-49-1. Mentionnons que les données de biomasse relative pour le réservoir Robertson proviennent des pêches standardisées du Réseau de suivi environnemental (RSE) effectuées en 2003 par Therrien et Dussault (2004), plutôt qu'en 2005 par Therrien (2006). Par ailleurs, il est à noter que certains rapports ne permettaient pas de calculer directement les biomasses relatives. Les données ont dû être reconstituées à l'aide de la masse moyenne des captures par espèce.

d) *Abondances et biomasses relatives des réservoirs aux Outardes 2, aux Outardes 3 et Manic 3*

Nous n'avons pas de données qui permettraient d'établir les abondances et biomasses relatives des réservoirs aux Outardes 2, aux Outardes 3 et Manic 3. Il est possible que certaines de ces données existent, mais elles seraient anciennes et il faudrait consulter plusieurs dizaines de rapports pour les retrouver, sans garantie de résultats.

Tableau CA-49-1 : Biomasses relatives de différentes communautés de poissons dans les réservoirs voisins de la rivière Romaine

Espèce	Proportion selon le réservoir (%)							
	Canipiscou ¹	Manic 1 ²	Manic 2 ²	Manicouagan ³	Outardes 4 ³	Pipmuacan ³ (Bersimis 1)	Robertson ⁴	Sainte-Marguerite 2 ⁵
	1999	1990	1990	1990	1990	1990	2003	2005
Grand brochet	20,9	27,4	39,7	21,4	13,1	24,2	0	7,5
Grand corégone	15,1	8,0	28,8	37,6	63,6	39,8	0	10,6
Éperlan arc-en-ciel	0	0,2	<0,1	0	0	0	2,2	0
Lotte	1,3	32,9	0	6,5	0,3	1,9	0	0,4
Méné de lac	<0,1	0	0	0	0	0	0	0
Meunier noir	0,7	7,3	26,7	2,9	5,8	13,6	0	46,6
Meunier rouge	15,4	24,2	4,7	29,2	1,6	20,7	0	34,9
Omble chevalier	0	0	0	0	0	0	6,6	0
Omble de fontaine	0	0	0	0	0	0	66,4	0
Ouananiche	0	0	0	0	0	0	24,8	0
Touladi	46,6	0	0	2,4	15,4	0	0	0
Cyprinidés	0	0	<0,1	0	0,2	0	0	0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Sources : 1. Beziile et coll., 2000.
2. PROFAUNE, 1991.
3. Gendron et Bélanger, 1991.
4. Therrien et Dussault, 2004.
5. GENIVAR, 2006.

Références

- Belzile, L., R. Lalumière et J.-F. Doyon. 2000. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Suivi des communautés de poissons du secteur est (1980-1999). Rapport synthèse*. Préparé pour Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 108 p. et ann.
- Gendron, M., et B. Bélanger. 1991. *Étude de l'effet du marnage sur la faune ichtyenne, réservoirs Pipmuacan, Outardes-4 et Manic-5. Travaux de recherche, automne 1990*. Préparé pour Hydro-Québec. Groupe de Recherche SÉEEQ. 108 p. et ann.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine – Faune ichtyenne : Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 158 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental. 2005. Évolution des communautés de poissons et du mercure*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 79 p. et ann.
- Profaune. 1991. *Étude d'impact. Suréquipement de Manic-2. Avant-projet, phase 2. Relevés et inventaires (1990)*. Préparé pour Roche ltée, Groupe-conseil. Sainte-Foy, Profaune. 80 p. et ann.
- Therrien, J. 2006. *Suivi environnemental du réservoir Robertson (1990-2005). Évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons*. Préparé pour Hydro-Québec Distribution. Québec, GENIVAR Groupe conseil. 57 p. et ann.
- Therrien, J., et D. Dussault. 2004. *Suivi environnemental du réservoir Robertson (1990-2003). Évolution des communautés de poissons et du mercure*. Préparé pour Hydro-Québec. GENIVAR Groupe Conseil. 92 p. et ann.

■ CA-50

Références : Belles-Isles, M. 2004. *Aménagement hydroélectrique SM-3 – Suivi environnemental 2003 en phase d'exploitation – Qualité de l'eau. Rapport présenté à Hydro-Québec par Génivar*. 60 p. et annexes.

Le promoteur établit la profondeur de la zone littorale dans les réservoirs projetés (4 m) en utilisant la transparence moyenne mesurée dans les lacs échantillonnés sur le territoire.

Le MPO est d'avis que la profondeur limite de la zone littorale de l'ensemble des lacs doit effectivement être basée sur la moyenne de la transparence mesurée dans les lacs échantillonnés. Ainsi, la profondeur de 4 m pour définir la limite de la zone littorale et pélagique des lacs est jugée adéquate.

Cependant, le MPO estime que la profondeur limite de la zone littorale en réservoir ne devrait pas systématiquement reprendre celle des lacs, mais plutôt être basée sur une projection de ce que devrait être la transparence de l'eau des réservoirs. Par conséquent, le MPO est d'avis que la transparence de l'eau des lacs n° 7 et n° 47, qui ont une transparence respective de 8 et 6,1 m devraient être exclus du calcul. Il est à noter que ces lacs sont effectivement particuliers. Le lac n° 7 est le seul lac où l'omble chevalier est retrouvé en allopatrie et le lac n° 47 est un lac sans poisson. En

excluant, les transparences mesurées dans ces deux lacs, la transparence moyenne de l'ensemble des autres lacs est de $3,06 \text{ m} \pm 0,85$. Par ailleurs, la qualité de l'eau du réservoir Saint-Marguerite-3, un réservoir situé sur la Côte-Nord et ayant des caractéristiques morphométriques similaires aux réservoirs du complexe de la Romaine, a une transparence variant entre 2,2 et 3,2 selon la saison (Belles-Isles, 2004).

Le promoteur devra présenter les superficies littorales et pélagiques de chacun des réservoirs en considérant une profondeur de 3 m au lieu 4 m comme limite entre les deux zones.

Réponse

Tel que discuté lors du processus d'accompagnement, la limite de la zone littorale des lacs a été fixée à 4 m sur la base de la profondeur du disque de Secchi et d'une revue de littérature. La caractérisation des communautés de cette zone repose sur les résultats de pêches au filet maillant effectuées à une profondeur moyenne inférieure à 4 m (GENIVAR, 2007). On peut aussi souligner que les filets maillants sont peu efficaces dans une portion importante de la zone littorale, soit celle dont la profondeur est comprise entre 0 et 2 m. Pour ces raisons, la modification à 3 m de la zone littorale des lacs, bien qu'intéressante sur le plan théorique, nous paraît difficile à appliquer dans le cadre de notre étude.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 202 p. et ann.

■ CA-51

Références : Génivar 2007d. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Génivar. 2006a. *Complexe de la Romaine – Faune ichtyenne : Rapport d'inventaire 2005*. Génivar Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. 123 p. et annexes.

D'après le tableau 6-34 de Génivar (2007d), le secteur de la Romaine-1 (cours principal de la rivière Romaine, tributaires et lacs) ne produirait pas actuellement de grands corégones. D'ailleurs, aucune capture de cette espèce n'a été enregistrée dans ce secteur (Génivar, 2006a).

Par ailleurs, il est indiqué au tableau 6-36 de Génivar (2007d) que le réservoir de la Romaine-1 produirait près de 2 000 kg/an de grands corégones. Cette production semble avoir été induite en raison de l'utilisation des biomasses relatives obtenues par les pêches dans le réservoir Caniapiscou comme modèle de la communauté projeté dans le réservoir de la Romaine-1.

Considérant que les pêches n'ont permis de capturer aucun grand corégone dans le secteur du réservoir de la Romaine-1, pourquoi le promoteur estime-t-il que ce réservoir en produirait autant ?

Réponse

Les précisions concernant la présence du grand corégone en aval des ouvrages de la Romaine-1 sont fournies dans la réponse à la question CA-21. L'espèce y est effectivement présente près de l'embouchure, mais en faible abondance.

Quant à la présence du grand corégone dans le réservoir de la Romaine 1 projeté, la réponse est donnée à la question CA-43. Il faut retenir que la création du réservoir augmentera la production du grand corégone, même s'il y en a peu en rivière en ce moment (voir la réponse à la question CA-62).

■ CA-52

Références : Génivar 2007d. Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Génivar. 2006a. Complexe de la Romaine – Faune ichtyenne : Rapport d'inventaire 2005. Génivar Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. 123 p. et annexes.

Hydro-Québec 2007a. Complexe de la Romaine, Étude d'impact sur l'environnement, Volume 1 à 10. Décembre 2007. Pagination multiple.

D'après Génivar (2007d), la rivière Romaine entre les barrages de la Romaine-1 et de la Romaine-2, ne produirait pas de ouananiche. Selon Clément (2007), la ouananiche serait pourtant présente un peu partout dans les lacs et rivières du territoire. De plus, selon l'annexe 4-1 de Génivar (2006a), quatre ouananiches auraient été capturées à la canne à mouche dans le secteur aval de la Romaine-2 soit dans le secteur amont de la Romaine-1 et ce, en seulement 30 minutes.

Considérant que :

- la ouananiche est présente également dans le secteur en amont de la Romaine-1 ;
- qu'il est possible que l'espèce présente une plus grande abondance que ne le laissent croire les résultats des captures du fait qu'elle affectionne principalement les habitats de type lotique, qui sont difficiles à échantillonner au moyen de filets maillants (Hydro-Québec 2007a) ; et
- que le promoteur prévoit que la ouananiche sera naturellement absente des réservoirs projetés (Génivar 2007d).

Pourquoi le promoteur ne considère-t-il pas que la création du réservoir de la Romaine-1 occasionnerait aussi des pertes pour la ouananiche ?

Réponse

Lors de l'inventaire des frayères au printemps, quatre ouananiches ont effectivement été prises à la ligne au pied des premiers rapides à l'embouchure de la rivière Romaine Sud-Est (GENIVAR, 2006). Ce résultat suggère que l'espèce est présente dans le secteur de la Romaine-1, mais serait peu abondante selon le savoir traditionnel. En effet, bien que Clément (2007) mentionne que la ouananiche est présente un peu partout dans les lacs et rivières de la région du projet, les données de cette étude n'indiquent pas la présence de ouananiche dans la rivière Romaine en aval du lot de piégeage n° 413, soit en aval du PK 140. Le bassin des Murailles (PK 81,8-83,7), dans lequel se jette la rivière Romaine Sud-Est, et le réservoir de la Romaine 1 projeté (PK 52,5-81,8) se trouvent tous deux beaucoup plus en aval, dans le lot de piégeage n° 418A. Selon Clément (2007), la ouananiche serait absente des lots suivants : 410 (informateur n° 11 : Ekuanitshit), 416 (informateur n° 5 : Ekuanitshit) et 418A (informateur n° 1 : Ekuanitshit). GENIVAR (2007) pose comme hypothèse que la ouananiche présente dans la Romaine viendrait des grands lacs situés à la tête des bassins versants. Cette hypothèse concorde avec les informations fournies par les Innus, qui mentionnent la présence de ouananiche dans les lacs et les rivières du lot de piégeage n° 413, dans les lacs Puyjalon, du Vent, du Vingt-Deuxième-Mille, Pauline et Métivier sur les lots n°s 414, 417 et 417A ainsi qu'à la décharge du lac Cormier.

Cela dit, comme il est écrit à la page 23-116 de l'étude d'impact :

...le réservoir de la Romaine 1, avec ses parties fluviale et lacustre, pourrait offrir de meilleures conditions à la ouananiche, dont quelques spécimens ont été pêchés à la ligne au pied du premier obstacle infranchissable (PK 0,7) dans la rivière Romaine Sud-Est. Cependant, le potentiel de production de cette espèce y demeure faible, en raison de la petite superficie de la partie lacustre du réservoir (1 038,12 ha) et du

caractère lentique de la partie fluviale, peu propice aux jeunes ouananiches (voir les cartes 23-1 à 23-3).

En somme, plutôt que d'entraîner des pertes dans la population de ouananiches, le réservoir de la Romaine 1 pourrait offrir des conditions plus favorables que celles qui règnent actuellement dans cette portion de la rivière.

Références

- Clément, D. 2007. *Le savoir innu relatif à la Unaman-shipu*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. 186 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 222 p. et ann.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 123 p. et ann.

2.2. Tributaires liées aux réservoirs

■ CA-53

Références : Génivar 2007d. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Les tableaux 6-11 à 6-14 de Génivar (2007d) présentent, les résultats combinés des pêches effectuées dans les tributaires de la zone d'étude.

Le promoteur devra ventiler les résultats des pêches par tributaires.

Réponse

La base de données brutes sera transmise au MPO pour les calculs de productivité (voir la réponse à la question CA-47).

■ CA-54

Références : Génivar 2007d. Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Les tableaux 5-23 et 5-24 de Génivar (2007d) présentent les distances accessibles pour les poissons estimées dans les tributaires en conditions actuelles et futures.

Le promoteur devra :

- a) Indiquer les distances et les superficies de tributaires qui seraient nouvellement accessibles par des espèces compétitrices à l'omble de fontaine suite à la mise en eau des réservoirs. L'information devra être présentée pour chacun des tributaires (photo-interprétés et non photo-interprétés). Pour le calcul des superficies, le promoteur pourra employer la même méthode que celle utilisée pour estimer les superficies ennoyées des tributaires.
- b) Fournir une évaluation de la superficie des lacs qui seraient nouvellement accessibles à partir des réservoirs par des espèces compétitrices à l'omble de fontaine à la suite de l'ennoisement d'obstacles sur les tributaires.

Réponse

Il est impossible d'effectuer cette analyse étant donné que :

- Les projections d'accessibilité ont été effectuées par extrapolation à partir d'une pente seuil déterminée pour l'omble de fontaine et la ouananiche.
- Les tributaires (et les lacs compris dans leur bassin versant) des réservoirs projetés (n = 264) n'ont pas tous été échantillonnés. Une trentaine d'entre eux l'ont été (voir le tableau M11-3 de l'étude d'impact).

■ CA-55

Références : Génivar 2007e. Complexe de la Romaine, Faune ichtyenne, habitats et production de poissons. Annexes. Septembre 2007. 10 annexes

Selon Génivar 2007e (carte 3), certains tronçons de tributaires situés à l'extérieur de la zone d'ennoisement seraient nouvellement accessibles en conditions futures mêmes si la portion aval de ceux-ci étaient déjà accessibles en conditions naturelles (p. ex. : tributaires des PK, 55,8, 63 et 68).

Le promoteur devra expliquer une telle situation.

Réponse

La vérification des données a révélé des erreurs relativement aux points kilométriques suivants :

- PK 55,8 (rive droite) ;
- PK 59 (rive droite) ;
- PK 63,2 (rive gauche) ;
- PK 68,1 (rive droite) ;
- PK 196,7 (rive gauche) ;
- PK 203,9 (rive gauche) ;
- PK 222 (rive gauche) ;
- PK 223,3 (rive droite) ;
- PK 233,5 (rive droite) ;
- PK 244,6 (rive gauche) ;
- PK 248,5 (rive droite) ;
- PK 267,2 (rive gauche) ;
- PK 276,6 (rive droite).

Après correction géographique, les distances franchissables par les poissons en conditions actuelles et futures ont été recalculées pour l'ensemble des tributaires des zones qui seront ennoyées. Les résultats sont présentés aux tableaux CA-55-1 et CA-55-2. Il ressort de cette nouvelle analyse que, par rapport aux conditions actuelles, la distance accessible diminuera globalement de 222,6 km plutôt que de 208,1 km, comme l'indique le rapport de GENIVAR (2007). Ce nouveau résultat ne change pas les conclusions de l'étude d'impact.

Tableau CA-55-1 : Distance accessible pour les poissons dans les tributaires des aires d'enneigement des réservoirs projetés – Conditions actuelles

Secteur	Distance accessible ^a (m)					
	Tributaire photointerprété		Tributaire non photointerprété		Total	
	Omble	Ouananiche	Omble	Ouananiche	Omble	Ouananiche
Romaine-1 amont	14 989	14 989	57 860	58 002	72 849	72 991
Romaine-2 amont	48 406	48 406	49 148	50 717	97 554	99 123
Romaine-3 amont	9 526	9 526	16 775	16 775	26 301	26 301
Romaine-4 amont ^b	104 512	104 512	511 435	520 720	615 947	625 232
Total	177 433	177 433	635 218	646 214	812 651	823 647

a. Distances calculées jusqu'aux limites de la zone d'étude.

b. Le domaine accessible est sous-estimé dans le secteur de la Romaine-4 étant donné que certains cours d'eau sortent des limites de la zone d'étude.

**Tableau CA-55-2 : Distance accessible pour les poissons dans les tributaires des réservoirs projetés
– Conditions futures**

Secteur	Distance accessible ^a (m)					
	Tributaire photointerprété		Tributaire non photointerprété		Total	
	Omble	Ouananiche	Omble	Ouananiche	Omble	Ouananiche
Romaine-1 amont	13 130	13 130	67 033	67 489	80 163	80 619
Romaine-2 amont	3 216	3 216	39 936	40 299	43 152	43 515
Romaine-3 amont	1 542	1 542	3 311	3 311	4 853	4 853
Romaine-4 amont ^b	36 376	36 376	423 259	435 663	459 635	472 039
Total	54 264	54 264	533 539	546 762	587 803	601 026

a. Distances calculées jusqu'aux limites de la zone d'étude.

b. Le domaine accessible est sous-estimé dans le secteur de la Romaine-4 étant donné que certains cours d'eau sortent des limites de la zone d'étude.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichthyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 158 p. et ann.

2.3. Empiètement des ouvrages

■ CA-56

Références : Génivar. 2004. *Projet de centrale Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Caractérisation des habitats du poisson. Rapport sectoriel.* Beauchamps, G., Belzile, L., Lévesque, F., Guay, J.C. *Rapport de Génivar Groupe Conseil inc. à la Société d'énergie de la Baie James et à Hydro-Québec. 128 p. et annexes.*

A l'instar du tableau 4.2 présenté dans le cadre du projet de central Eastmain-1-A et dérivation Rupert (Génivar, 2004), le promoteur devra présenter une clé habitat/espèce adaptée pour les espèces de la rivière Romaine.

Réponse

Dans l'introduction de sa directive d'« Informations nécessaires pour l'analyse des effets du projet d'aménagement du complexe de la Romaine en vertu de la *Loi sur les pêches* », le MPO mentionne que :

Des renseignements sur les espèces de poissons qui utilisent les habitats doivent également être fournis. Ces données permettent notamment d'évaluer les fonctions de l'habitat pour satisfaire les besoins vitaux du poisson et les impacts potentiels sur les habitats.

À la section 2.2.2 de la directive, portant sur le milieu biologique, le MPO précise ses demandes et mentionne que :

Le promoteur doit, sans s'y limiter et selon le cas :

- Préciser les emplacements et les superficies des différents types d'habitats du poisson (p. ex. frayère, aire d'alevinage, aire d'alimentation, abri) potentiels, présumés et confirmés, et ce, pour l'ensemble des espèces ou groupes d'espèces recensés et la zone d'étude.

À la section 2.3 sur l'évaluation des impacts sur l'habitat du poisson, le MPO apporte d'autres précisions et indique que :

L'évaluation des impacts devra notamment porter sur :

- Les superficies ennoyées, empiétées, asséchées ou modifiées de façon temporaire ou permanente par la réalisation du projet, avec une description de ces milieux en relation avec les différents types d'habitats du poisson (potentiels, présumés ou confirmés).

Les informations produites par Hydro-Québec à cette fin se trouvent dans le rapport sectoriel sur les habitats et la production de poissons (GENIVAR, 2007). Les

tableaux 5-2 à 5-10 présentent les superficies par habitat type dans la Romaine et ses tributaires en conditions actuelles et futures.

En ce qui a trait aux frayères, la section 5.9 du même rapport présente une synthèse de l'ensemble des inventaires de frayères effectués de 1999 à 2004 pour le saumon atlantique ainsi qu'en 2004 et en 2005 pour les autres espèces. Un effort considérable d'échantillonnage a été déployé afin de localiser les frayères. Les cartes insérées en pochette des rapports d'inventaire pour 2004 (GENIVAR Groupe Conseil, 2005) et 2005 (GENIVAR, 2006) situent toutes les frayères confirmées qui ont été trouvées dans la zone d'étude.

Pour ce qui est de la clé habitat-espèce, le tableau 6-40 de l'étude sectorielle de GENIVAR (2007) présente les indices de fréquentation par habitat type dans la Romaine qui peuvent être appliqués aux conditions tant actuelles que futures. Ce tableau renseigne autant, sinon davantage, sur l'utilisation des habitats pour l'alimentation, le repos et les abris (tous trois confondus) que ne peut le faire la clé habitat-espèce. En effet, bien qu'elle soit présentée à titre indicatif au tableau 4-2 de l'étude des habitats du poisson liée au projet de la centrale de l'Eastmain-1-A et de la dérivation Rupert (Beauchamps et coll., 2004), l'ensemble de l'analyse des changements dans les communautés de poissons en fonction des modifications des habitats types de la Rupert a été réalisée à l'aide des indices de fréquentation plutôt qu'avec la clé habitat-espèce.

Références

- Beauchamps, G., L. Belzile, F. Lévesque et J.-C. Guay. 2004. *Projet de centrale Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Caractérisation des habitats du poisson. Rapport sectoriel*. Préparé pour la Société d'énergie de la Baie James et Hydro-Québec. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 128 p. et ann.
- GENIVAR Groupe Conseil. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 202 p. et ann.
- GENIVAR. 2006. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 222 p. et ann.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 158 p. et ann.

2.4. Remplissage des réservoirs

Le scénario retenu de remplissage du réservoir de la Romaine-2 comporterait trois phases. La première étape débiterait le 1^{er} avril. Les vannes de la galerie de dérivation provisoire seraient utilisées pour évacuer certains débits de l'aménagement de la

Romaine-2 afin de maintenir des habitats du poisson en aval de l'aménagement de la Romaine-1. Selon les simulations, la durée moyenne de cette étape serait de 42 jours. Dans tous les scénarios d'apports considérés, cette étape se terminerai avant le 31 mai et le débit minimal proposé par le promoteur en aval du PK 52,5 serait de 70 m³/s.

La deuxième étape débiterait avec la fermeture de la galerie de dérivation et se terminerai lorsque le niveau d'eau atteindrait le coursier de l'évacuateur de crues. L'aménagement de la Romaine-2 ne comporterait pas d'ouvrage permettant d'assurer un débit réservé pendant cette phase du remplissage. La fermeture totale de la galerie devrait normalement avoir lieu le 15 mai, mais pourrait être devancée au 30 avril ou retardée jusqu'au 28 mai, selon l'hydraulicité de la première étape. Selon les simulations effectuées par le promoteur, la deuxième étape devrait durer environ 24 jours, avec une plage possible de 17 à 59 jours en cas de forte (probabilité de dépassement de 5 %) ou de faible hydraulicité (probabilité de dépassement de 95 %). Elle se terminerai entre le 24 mai et le 12 juillet. Durant cette étape du remplissage, le débit de la Romaine ne proviendrait que des tributaires qui alimentent la rivière en aval du barrage de la Romaine-2 (PK 90,3), dont les principaux sont la rivière Romaine Sud-Est (PK 82,5) et la rivière Puyalon (PK 12,8). En condition hydraulicité moyenne, la coupure du débit au PK 52 par rapport au débit médian de mai serait d'environ 94 % (40 m³/s vs 674 m³/s).

La troisième étape de remplissage du réservoir de la Romaine-2 commencerai au moment où l'eau atteindrait le coursier de l'évacuateur de crues et elle se terminerai lorsque le réservoir aurait atteint son niveau d'exploitation maximal. Durant cette période, la gestion du débit réservé se ferai au moyen de l'évacuateur de crues. Selon les simulations, cette étape devrait durer environ 30 jours. Le promoteur exploiterai l'évacuateur de crue de façon à assurer les débits minimaux suivants :

- 70 m³/s entre le 1er avril et le 31 mai ;
- 140 m³/s entre le 1er juin et le 30 juin ;
- 170 m³/s entre le 1er juillet et le 30 septembre ;
- 200 m³/s entre le 1er octobre et le 31 octobre ;
- la plus faible des valeurs suivantes entre le 1er novembre et la fin du remplissage : 140 m³/s ou les apports naturels à l'emplacement de la centrale de la Romaine-1.

À partir du 1^{er} avril, la durée totale de remplissage du réservoir de la Romaine-2, qui serait d'environ 98 jours, serait prolongée de 308 jours en situation de faible hydraulicité (probabilité de dépassement de 95 %) ou raccourcie de 21 jours en situation de forte hydraulicité (probabilité de dépassement de 5 %).

■ CA-57

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), pages 23-157 et 23-158 (tableau 23-86)

La baisse du débit pendant la seconde phase du remplissage du réservoir de la Romaine provoquerait une baisse importante du niveau d'eau dans l'ensemble du tronçon compris entre le barrage de la Romaine-2 (PK 90,3) et l'embouchure de la rivière Romaine ainsi que l'assèchement d'une superficie substantielle d'habitats aquatiques. Selon le promoteur (page 23- 157 de l'ÉI), la perte de superficie aquatique pendant la seconde phase du remplissage du réservoir de la Romaine-2 serait d'environ 31 % (675 ha) si l'hydraulicité serait forte, d'environ 39 % (847 ha) si elle était moyenne et d'environ 53 % (1 155 ha) si elle était faible. Ces proportions d'habitats perdus ont été calculées en comparant les superficies actuelles au niveau moyen d'été à celle qui prévaudrait avec la coupure du débit. Or, les superficies aquatiques pendant la deuxième phase du remplissage qui se déroulerait au printemps, alors que le débit moyen de mai est d'environ 674 m³/s, seraient beaucoup plus importantes qu'au niveau moyen d'été. Ainsi, la perte d'habitats aquatiques serait vraisemblablement d'une plus grande ampleur. Il est également à noter que les superficies perdues incluent uniquement les zones qui seraient asséchées. Pourtant, il pourrait y avoir plusieurs autres habitats de très faible profondeur ou isolés par la coupure des débits qui seraient inutilisables par le poisson ou d'une qualité qui mettrait en péril leur survie.

Les modifications majeures des débits pendant cette étape du remplissage du réservoir de la Romaine-2 entraîneraient de nombreux effets néfastes sur le poisson et son habitat sur environ 90 km de la rivière Romaine dont certains sont énoncés au tableau 23-86 de l'ÉI. Ces impacts qui comprendraient entre autres :

- l'assèchement de frayères et d'habitats d'alevinage notamment de saumons atlantique, d'ombles de fontaine, de grands brochets et de grands corégones causant la mortalité importante d'œufs et de jeunes de l'année sur un grand territoire ;
- la mortalité importante de poissons, surtout les individus et espèces de plus petite taille, causée par l'augmentation subite de leur densité et, par conséquent, de la compétition et de la prédation par les oiseaux et les poissons piscivores ;
- la diminution de la disponibilité de l'habitat pour l'ensemble des espèces pendant une période où les poissons s'alimentent activement ;
- l'encaissement du lit de l'embouchure de tributaires les rendant inaccessibles ; et
- l'augmentation de la turbidité de l'eau.

La valeur des débits réservés soulève déjà des préoccupations importantes autant pendant l'exploitation que lors de la phase 1 et 3 du remplissage du réservoir de la Romaine-2 ainsi que lors des remplissages des différents réservoirs. Il est à noter que les débits réservés à assurer durant les différents remplissages sont traités aux questions/commentaires CA-1 à CA-19.

La coupure importante des débits planifiée serait d'autant plus dommageable pour le poisson et son habitat pendant la seconde phase du remplissage du réservoir de la Romaine-2 et ce, évidemment pour le secteur en aval du barrage de la Romaine-1 qui renferme notamment du saumon atlantique, mais également dans la portion entre le barrage de la Romaine-2 et de la Romaine-1. En effet, même si une portion de ce secteur était complètement transformée à la suite de la création du réservoir de la Romaine-1, prévue deux ans après le début du remplissage du réservoir de la Romaine-2, une portion d'environ 12 km (amont) conserverait des caractéristiques fluviales.

Les pertes de production et les mortalités importantes de poissons de la cohorte de l'année causées par la coupure importante des débits pourraient nuire significativement à la colonisation et la production de poissons du réservoir de la Romaine-1. Cela pourrait notamment être le cas pour le grand corégone, une espèce vraisemblablement peu abondante dans le secteur comme le démontre son absence dans les captures des inventaires effectués et qui est visée comme espèce proies pour le touladi qui serait introduit dans le réservoir de la Romaine-1 en guise de compensation.

Bien qu'il soit complexe de prédire précisément la mortalité de poissons associée à l'assèchement et à la concentration d'individus dans des habitats résiduels, ou la perte de production associée à la réduction de la disponibilité de certains habitats essentiels, le MPO est d'avis que les impacts et les risques d'une coupure importante du débit sur une grande superficie, seraient majeurs. En raison de l'intensité des impacts associés à la coupure de débit proposée, son aspect temporaire est un élément peu significatif dans l'évaluation et les impacts demeurent, selon le MPO, substantiels. En effet, la durée de la réduction de débit n'a pas besoin d'être de longue durée pour entraîner des conséquences importantes qui persisteraient pendant longtemps sur les populations de poissons. Le MPO estime que le remplissage du réservoir de la Romaine-2 représente un enjeu majeur et que le scénario proposé n'est pas une option jugée satisfaisante.

Le MPO est également d'avis que les mesures d'atténuation présentées (recouvrement de frayères, programme de soutien de la population) impliquent des risques trop importants pour qu'elles soient jugées satisfaisantes en plus de ne porter uniquement que sur le saumon.

Le promoteur devra :

- a) Présenter des scénarios permettant d'assurer un débit réservé visant à réduire significativement les impacts pendant la phase 2 du remplissage du réservoir de la Romaine-2.
- b) Indiquer les conséquences d'assurer un débit réservé adéquat sur la durée du remplissage.

Réponse

Pendant la mise en eau des quatre réservoirs, le débit à l'aval des barrages n'est constitué que des apports naturels. Ceux-ci sont insuffisants pour assurer le maintien du régime de débits réservés à l'aval de la centrale de la Romaine-1.

a) Solutions envisagées

Romaine 3 et Romaine 4

La mise en eau des réservoirs de la Romaine 3 et de la Romaine 4 se fait après celle du réservoir de la Romaine 2. La solution retenue consiste à utiliser l'eau du réservoir de la Romaine 2 pour fournir le débit manquant grâce au calage accru de la prise d'eau, qui permet d'obtenir une réserve d'eau suffisante (marnage de 19 m).

Romaine 1

Pour la mise en eau du réservoir de la Romaine 1, contrairement aux trois autres réservoirs, la charge hydraulique (hauteur de chute) est faible, ce qui permet d'utiliser la dérivation provisoire pour moduler le débit réservé jusqu'à ce que l'évacuateur de crues prenne la relève.

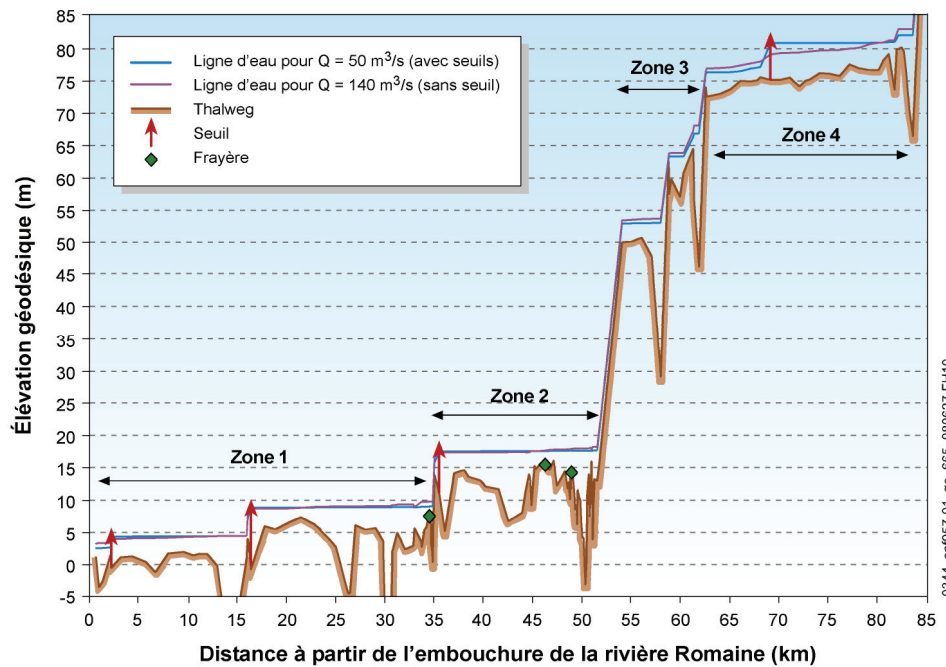
Romaine 2

Pour la mise en eau du réservoir de la Romaine 2, on a étudié plusieurs variantes, dont le devancement de la mise en service du barrage, de la digue et de l'évacuateur de crues de la Romaine-1. Comme le volume d'eau du réservoir de la Romaine 1 additionné des apports naturels n'est pas suffisant pour respecter le régime de débits réservés, cette variante a été écartée.

Une autre variante a été élaborée, qui consiste à utiliser uniquement les apports de la rivière Romaine Sud-Est pour assurer un débit réservé en aval de la Romaine-2 et à construire quatre seuils temporaires pour soutenir les niveaux d'eau. Les critères environnementaux minimaux fixés par les biologistes pour l'emplacement et la conception des seuils sont des niveaux d'eau associés à un débit de 140 m³/s, une vitesse d'écoulement sur les frayères de 0,2 m/s et des seuils en aval des chutes à

Charlie franchissables en tout temps par les saumons. La figure CA-57-1 illustre la variante élaborée de façon préliminaire. La position exacte des seuils n'a pas été déterminée, aucune conception n'a été réalisée et la faisabilité technique des seuils n'a pas été démontrée. La ligne d'eau pour un débit de 50 m³/s provenant de la rivière Romaine Sud-Est avec seuils est comparable à la ligne d'eau pour un débit naturel de 140 m³/s.

Figure CA-57-1 : Variante avec seuils pendant le remplissage du réservoir de la Romaine 2



L'ampleur des travaux implique plusieurs interventions en rivière, qui peuvent occasionner un impact sur le saumon et sur les autres espèces de poissons. Par exemple, la mise en place et le retrait des seuils pourraient provoquer la remise en suspension d'une quantité notable de particules fines risquant de se déposer sur les frayères en aval. De plus, la montaison des saumons ne serait pas assurée. Du 14 au 24 juin, le débit de 50 m³/s dans la rivière Romaine Sud-Est ne serait atteint que 80 % du temps. Cette variante n'assure pas le respect du régime de débits réservés écologiques en aval de la centrale de la Romaine-1. Elle entraîne des pertes temporaires d'habitats et de production piscicole, notamment pour le saumon atlantique, et nécessite plusieurs interventions dans la rivière l'année qui précède la mise en eau, pour la construction des seuils, ainsi que l'année de la mise en eau et la suivante, pour le retrait des seuils. Cette variante a donc été écartée.

On peut utiliser certains ouvrages tels que la dérivation provisoire et l'évacuateur de crues pour fournir un débit pendant la mise en eau de réservoirs. Toutefois, ceux-ci ne

permettent pas de respecter le régime de débits réservés en tout temps en aval de l'aménagement de la Romaine-1. Pour compenser, on pourrait ajouter un ouvrage temporaire qui fonctionnerait dans une plage étendue de débits et de charges hydrauliques. Les ouvrages classiques en usage à Hydro-Québec, pour lesquels nous avons développé une certaine expertise, ne permettent pas de remplir cette fonction. Un tel ouvrage régulateur pose des difficultés techniques qui nécessitent de valider les concepts proposés en effectuant une modélisation numérique, puis une modélisation hydrodynamique et, dans certains cas, une modélisation hydroélastique.

En 2006, on a élaboré une variante de cet ouvrage régulateur avec le scénario de débits réservés écologiques qui équivalait à l'époque à 140 m³/s du 15 novembre au 31 mai, à 242 m³/s du 1^{er} au 30 juin et du 15 octobre au 14 novembre, et à 170 m³/s du 1^{er} juillet au 14 octobre. Cette variante, nommée « variante 2006 », est illustrée à la planche CA-57-1.

L'ouvrage régulateur comprend un canal d'amenée, une galerie amont, un ouvrage de contrôle, une chambre des vannes, un puits d'accès, un bassin de dissipation, une galerie et un canal de fuite. L'ensemble de l'ouvrage s'étend sur une longueur de 700 m.

Une fois terminé le remplissage du réservoir, un bouchon de béton fermera définitivement cet ouvrage.

Les risques techniques associés à cet ouvrage ont incité Hydro-Québec à élaborer une autre variante d'ouvrage avec un régime de débits réservés écologiques réduit, soit 70 m³/s du 1^{er} avril au 31 mai, 140 m³/s du 1^{er} au 30 juin, 170 m³/s du 1^{er} juillet au 30 septembre, 242 m³/s du 1^{er} au 30 octobre et 140 m³/s après le 1^{er} novembre. Cette variante, nommée « variante 2007 », est illustrée à la planche CA-57-2. Les débits étant réduits, il devenait possible de combiner l'ouvrage régulateur avec la dérivation provisoire.

L'ensemble de l'ouvrage régulateur comprend un canal d'amenée, une galerie amont, un ouvrage de contrôle, une chambre des vannes, un puits d'accès, un bassin de dissipation et une galerie de fuite. L'ensemble de l'ouvrage s'étend sur une longueur d'environ 340 m.

Malgré la réduction des débits de conception, les risques techniques associés à cet ouvrage demeurent semblables à ceux de la variante 2006. De plus, en cas de mauvais fonctionnement de l'ouvrage régulateur, aucun ouvrage ne pourra prendre la relève, et le débit réservé ne pourrait pas être respecté.

Ces risques, la courte durée d'exploitation (environ 1 mois) et les coûts très élevés de construction sont les facteurs qui ont incité Hydro-Québec à remettre en question cet ouvrage. Puisque le but d'un tel ouvrage serait de protéger le saumon, Hydro-Québec considère qu'un investissement dans un programme de restauration du saumon serait plus bénéfique, à court et à long terme, pour la ressource. Ainsi, deux ans avant la mise en eau, soit en 2012, Hydro-Québec créera un comité directeur du programme, auquel seront invités des représentants des communautés locales ainsi que le gestionnaire de la ressource. Ce programme prévoit la capture de saumons vivants et leur maintien en stabulation dans un centre piscicole, la fraie assistée en automne, le dépôt des œufs obtenus dans des incubateurs et l'ensemencement de la rivière au printemps suivant. La durée du programme est estimée à une vingtaine d'années.

b) Durées de remplissage

Selon la variante du devancement de la construction des ouvrages de la Romaine-1 et la variante des seuils, tous les apports de la Romaine sont stockés dans le réservoir de la Romaine 2, ce qui permet de réduire au minimum le temps de remplissage et la durée de la deuxième étape de la mise en eau. Les valeurs sont les mêmes que celles qui sont énoncées dans la section 11.4.1 de l'étude d'impact, soit 96 jours au total pour une hydraulité moyenne.

Selon la variante 2006 de l'ouvrage régulateur, la durée totale du remplissage varie de 77 à 434 jours, avec une médiane de 140 jours. Selon la variante 2007 de l'ouvrage régulateur, la durée totale du remplissage varie de 77 à 434 jours, avec une médiane de 112 jours.

2.5. Débit réservé

■ CA-58

Références : Génivar 2007c. Complexe de la Romaine - Faune ichtyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

Il est indiqué à la page 111 de Génivar (2007c) que lorsque le niveau du réservoir la Romaine-1 sera à la cote minimale et lorsqu'il y aura un arrêt de production à la centrale de la Romaine-2, la frayère à grand corégone pourrait être partiellement asséchée.

Le promoteur devra préciser les circonstances qui feraient en sorte que la production à la centrale Romaine-2 serait arrêtée et qu'ainsi aucun débit ne serait restitué à la portion fluviale entre la limite amont du réservoir de la Romaine-1 et le canal de fuite de la Romaine-2. Le cas échéant, le MPO est d'avis qu'un débit réservé devra être fourni à l'aval de l'ouvrage de la Romaine-2.

Réponse

L'arrêt de la production à la centrale de la Romaine-2 ne sera pas un événement exceptionnel. La production des centrales doit s'adapter à la demande (plus faible à certaines heures de la journée) ainsi qu'à l'état des réserves en eau. La durée de toute interruption sera suffisamment courte pour que l'aménagement de la Romaine-1 puisse assurer le débit réservé en aval.

Le niveau d'eau dans le tronçon fluvial du réservoir de la Romaine 1 dépend à la fois du débit turbiné à la centrale de la Romaine-2, des apports naturels de la rivière Romaine Sud-Est et du niveau d'eau dans la partie lacustre du réservoir. En conséquence, il ne sera jamais plus bas que le niveau d'exploitation minimal du réservoir de la Romaine 1, soit 80,8 m.

Le tronçon fluvial du réservoir de la Romaine 1 (entre les PK 69 et 81,8) présentera des vitesses d'écoulement égales ou supérieures à 0,3 m/s au débit moyen annuel. Ce tronçon est considéré comme faisant partie du réservoir de la Romaine 1 parce que son niveau augmentera légèrement par rapport aux conditions actuelles lorsque la centrale de la Romaine-2 sera en marche. En l'absence de débit en provenance de la centrale de la Romaine-2, la vitesse d'écoulement dans le tronçon fluvial sera presque nulle, et le niveau d'eau correspondra à celui de la partie lacustre du réservoir de la Romaine 1.

La figure 16-6 de l'étude d'impact permet de comparer le niveau naturel en crue et en étiage avec le niveau du réservoir de la Romaine 1. En cas d'arrêt complet de la centrale de la Romaine-2 pendant plus de 28 heures, le niveau entre les PK 76 et 81,8

sera inférieur au niveau qui existe en conditions actuelles au débit moyen (baisse de 0 à 1,6 m), mais supérieur au niveau naturel en aval du PK 76. En cas d'arrêt de la centrale de la Romaine-2 pendant 8 heures ou moins, soit la durée de la majorité des arrêts planifiés, le niveau sera inférieur au niveau naturel uniquement entre les PK 79 et 81,8 (baisse de 0 à 0,6 m).

À la page 111 de l'étude citée par le MPO (GENIVAR, 2007), on indique que « pour éviter l'exondation de la frayère à corégone du PK 81,3, il est projeté d'araser le dessus du haut fond situé en rive droite qui est utilisé par le grand corégone pour frayer », et qu'en conséquence, « l'élévation du haut fond sera abaissée à la cote de 80,6 m pour maintenir une épaisseur d'eau de 20 cm en tout temps au-dessus de la frayère ». Comme la cote minimale du réservoir de la Romaine 1 sera 80,8 m, on considère qu'il n'y aura pas de perte du produit de la reproduction du grand corégone sur cette frayère.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 123 p. et ann.

2.6. Compensation

■ CA-59

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique)

Génivar 2007d. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. 2 vol. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 158 p. et annexes.

Génivar 2007c. *Complexe de la Romaine - Faune ichtyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel*. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

Selon l'information disponible (Génivar 2007d ; ÉI volume 3) et après analyse préliminaire, la réalisation du complexe entraînerait globalement les pertes suivantes d'habitat pour l'omble de fontaine :

- environ 224 km de la rivière Romaine soit 4 100 ha par l'inondation des réservoirs ;
- 275 lacs totalisant environ 1 100 ha par l'inondation des réservoirs. Selon les pêches effectuées dans 14 lacs du territoire, l'omble de fontaine serait présent dans 21 % de ceux-ci ;
- la portion aval de 264 tributaires de la rivière Romaine totalisant environ 400 ha où l'omble de fontaine domine la communauté de poissons par l'inondation des réservoirs ;

- 11,6 km soit près de 60 ha de la rivière Romaine par la coupure des débits dans les tronçons court-circuités des aménagements de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4 ;
- la possible introduction d'espèce compétitrice dans des tributaires où l'omble de fontaine serait actuellement retrouvé en allopatrie liée à l'ennoisement d'obstacles à la colonisation par la création des réservoirs ; et
- près de 20 ha par l'empiètement des différents ouvrages dans la rivière Romaine et ses tributaires, en lacs et dans des ruisseaux traversés par le chemin d'accès.

La perte de production annuelle d'omble de fontaine associée à l'ennoisement de la rivière Romaine, la portion aval de ses tributaires et des lacs serait de l'ordre de 20 000 kg (Génivar 2007d).

Le promoteur propose d'implanter l'omble de fontaine dans cinq lacs actuellement sans poissons et de réaliser des aménagements dans certains de leurs tributaires ainsi que dans huit autres dont trois où l'omble de fontaine serait également introduit (140 seuils, 90 déflecteurs seuils, 150 m² de frayères). Génivar (2007c) indique que des interventions dans quelques lacs et cours d'eau, où il est possible d'obtenir un gain d'habitats ou de production, pourraient compenser les diminutions d'abondance et de biomasse appréhendées pour l'omble de fontaine en conditions futures. Pourtant, le promoteur estime, en multipliant l'ensemble de la surface des lacs sélectionnés (856 ha) par la production moyenne des plans d'eau de la zone d'étude (5 kg/ha/an), que ces lacs auraient une production théorique de 4 280 kg/an et que les interventions dans les ruisseaux actuellement sans poisson entraîneraient un gain de l'ordre de 170 kg/an (gain total d'environ 4 450 kg/an). Ces gains seraient donc nettement en deçà des pertes attendues.

Le MPO estime que l'implantation de l'omble de fontaine dans des lacs actuellement sans poisson entraînerait certainement des gains de production pour l'espèce dans ces plans d'eau. Cependant, considérant la forte appartenance alimentaire de l'omble de fontaine aux zones peu profonde, ces gains risquent fortement d'être inférieurs aux prédictions du promoteur. D'ailleurs, Génivar (2007c) indique (p.68) qu'à l'exception du lac n° 233, la profondeur moyenne relativement élevée (entre 10,3 et 15,5 m) des quatre autres lacs sélectionnés pour l'introduction de l'omble de fontaine comme mesure de compensation leur confère un potentiel d'alimentation assez faible pour l'espèce. En effet, considérant que l'omble de fontaine s'alimente dans les zones peu profondes des lacs, le MPO est d'avis que l'approche consistant à multiplier la surface totale des lacs prévus pour la compensation par la production calculée pour les lacs échantillonnés de la zone ennoyée (kg/ha/an) devrait aussi tenir compte de leurs caractéristiques, dont leur bathymétrie. Les résultats obtenus par les pêches dans les lacs échantillonnés de la zone ennoyée, qui ont servi à l'établissement de la production moyenne en lac de 5 kg/ha/an, ne peuvent être extrapolés aux lacs visés pour l'introduction d'ombles de fontaine puisque qu'ils proviennent de données récoltées majoritairement chez d'autres espèces (grand brochet, meuniers, lotte, etc.) et de lacs ayant une morphométrie trop différente. En effet, outre le lac n° 233, les lacs

échantillonnés qui seraient envoyés ont des superficies totales (3,2 à 105 ha) et des profondeurs moyennes (entre 1,7 et 8,1 m) nettement inférieures à celles des lacs où le promoteur propose d'introduire l'espèce. De plus, il est à noter que la profondeur moyenne des lacs où la présence de l'omble de fontaine a été confirmée et qui seront envoyés est plus faible que celles des lacs visés pour la compensation (lac n° 1 : 2,6 m ; lac n°4 : 3,4 m et lac n°104 : 5,0 m).

Considérant l'ampleur des pertes d'habitat et de production pour l'omble de fontaine associées au projet, le MPO est d'avis que les mesures de compensation proposées pour cette espèce sont insuffisantes.

- a) Le promoteur devra proposer des aménagements et interventions supplémentaires afin de compenser les pertes pour l'omble de fontaine. Bien que les mesures compensatoires doivent dans un premier temps viser l'omble de fontaine de la zone d'étude, le MPO tient à souligner également son ouverture à considérer des mesures de compensation visant d'autres espèces valorisées par la pêche sportive, commerciale ou de subsistance. Le MPO invite le promoteur à discuter d'autres options de compensation le plus rapidement possible afin qu'il soit en mesure d'effectuer, si nécessaire, les travaux de terrain supplémentaires dès 2008.
- b) En ce qui concerne le besoin ou non d'aménagements et d'interventions supplémentaires pour compenser les pertes d'autres espèces que l'omble de fontaine, le MPO émettra ses commentaires lorsque l'évaluation des pertes résiduelles (après atténuation maximale) et des projets de compensation proposés sera complétée.

Réponse

a) Compensation des pertes d'omble de fontaine

Hydro-Québec propose une série d'aménagements pour différentes espèces de salmonidés, soit l'omble de fontaine, la ouananiche, le touladi, le corégone et le saumon atlantique. Hydro-Québec prend note des réserves du MPO quant aux productivités escomptées des aménagements visant l'omble de fontaine ainsi que des réserves formulées dans d'autres questions relativement à d'autres espèces. Toutefois, elle estime avoir fait l'inventaire de tout ce qui est raisonnablement réalisable dans le bassin de la Romaine en faveur de l'omble de fontaine.

b) Compensation des pertes d'autres espèces

De plus, les aménagements complémentaires pour d'autres espèces comme le touladi (Romaine 1) et la ouananiche (Romaine 4) de même que le programme de mise en valeur du saumon, qui constitue à lui seul un investissement de plus de 20 millions de dollars, sont des contributions majeures pour les espèces aquatiques. Au vu du gain

de production global estimé pour le projet du complexe de la Romaine, combiné aux différentes mesures d'atténuation et de compensation, Hydro-Québec est prête à collaborer avec le MPO pour améliorer, au besoin, le rendement des aménagements proposés.

■ CA-60

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), tableau 23-66, page 29-90

Génivar 2007b. Complexe de la Romaine. Rapport sectoriel – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique. Préparé par M. Levasseur, P. Pelletier, Z. Bouazza et P.L. Delage pour Hydro-Québec Équipement. 84 pages + annexes.

Boucher, D. P. 2004. Landlocked salmon management plan. Department of inland fisheries and wildlife division of fisheries and hatcheries. 35 p.

Lefebvre, R. 2003. Régime alimentaire de la ouananiche (*Salmo salar*) du lac Saint-Jean (1997-2002). Société de la faune et des parcs du Québec. Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Saguenay. 60 p.

Lessard, M. 1995. Réservoir Outardes-2 : Bilan des aménagements écologiques. Rapport de Martin Lessard Enr. au service Milieu naturel, vice-présidence Environnement, HydroQuébec. 82 p. et annexes.

Vander Zanden, M. J. et Vadeboncoeur, Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology* 83 :2152-2161.

Le promoteur envisage d'effectuer des travaux d'aménagement et d'ensemencement de ouananiches dans le réservoir de la Romaine-4 (Hydro-Québec, 2007a). Selon Génivar (2007b), le potentiel halieutique du réservoir de la Romaine-4 pour la ouananiche est considérable. La productivité de ouananiches projetée dans ce réservoir est évaluée à 0,22 kg/ha/an et sa production, à 2 690 kg/an (Génivar, 2007b). Cette prévision de production annuelle est obtenue en multipliant la superficie totale du plan d'eau par la productivité estimée à partir de données récoltées au Lac Saint-Jean. Une très grande proportion de la production annuelle de ouananiches estimée est attribuable à la grande superficie de la zone pélagique qui représenterait environ 88 % de la superficie totale du plan d'eau.

Le promoteur évalue les chances de succès de cette intervention sur certaines observations et hypothèses voulant que :

- la ouananiche est présente dans d'autres réservoirs comme celui du lac Robertson et aux Outardes-2 ;
- le grand corégone et le ménomini rond pourraient servir de proies à la place de l'éperlan arc-en-ciel ;
- le réservoir de la Romaine-4 aurait une productivité supérieure à celle du lac Saint-Jean malgré l'absence de l'éperlan arc-en-ciel ; et
- le gain appréciable d'habitat d'alimentation engendré par la création du réservoir entraînerait des gains proportionnels de production de ouananiches.

L'absence de l'éperlan arc-en-ciel dans le réservoir de la Romaine-4 soulève des doutes importants quant à son potentiel à produire de la ouananiche comme au lac Saint-Jean, un plan d'eau où l'espèce est présente. En effet, il est reconnu que la ouananiche est étroitement liée à cette espèce (Boucher, 2004, Lefebvre, 2003). Boucher (2004) rapporte que sans une quantité suffisante d'éperlan arc-en-ciel, la croissance et la condition des ouananiches deviennent faibles. Le maintien d'un nombre adéquat d'éperlans comme espèce fourrage est considéré comme l'élément le plus important de la gestion de la ouananiche au Maine (Boucher, 2004). D'ailleurs, contrairement au réservoir de la Romaine-4, celui du lac Robertson semble renfermer une bonne population d'éperlan arc-en-ciel (tableau 23-66 de l'ÉI). La mise en valeur de la population de ouananiche du réservoir aux Outardes-2 par Hydro-Québec a également été accompagnée par l'introduction d'éperlan arc-en-ciel (Lessard, 1995).

En ce qui concerne l'alimentation de la ouananiche sur le grand corégone et le ménomini rond, le promoteur ne fournit aucune donnée ou référence qui démontre que ces espèces pourraient contribuer autant à la production de la ouananiche dans le réservoir de la Romaine-4 que l'éperlan arc-en-ciel pour celle du lac Saint-Jean. Le promoteur ne fournit aucune démonstration que le grand corégone et le ménomini rond peuvent faire partie de la diète du salmonidé. Au contraire, certaines informations semblent indiquer que les espèces de poissons autres que l'éperlan arc-en-ciel ont une contribution mineure à la diète de la ouananiche (Boucher, 2004). D'ailleurs, dans le réservoir aux Outardes-2, le promoteur a introduit l'éperlan arc-en-ciel pour soutenir la ouananiche, et ce, malgré la présence d'une population importante de grands corégones (Lessard, 1995). Il est aussi à noter que la présence de grands corégones dans les estomacs de ouananiches n'a jamais été signalée en 30 ans au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec de la région de Saguenay/Lac-Saint-Jean malgré sa présence dans des lacs où l'on retrouve de la ouananiche (Omer Gauthier, comm. pers.).

Par ailleurs, en absence d'éperlan, la ouananiche pourrait s'alimenter majoritairement d'insectes et d'autres invertébrés, la seconde source alimentaire de la diète de la ouananiche selon Boucher (2004). Ainsi, la zone peu profonde deviendrait d'une grande importance comme site de ressource alimentaire. Bien que la création du réservoir de la Romaine-4 entraînerait des gains importants en superficie aquatique, il présenterait toutefois une zone peu profonde relativement limitée (équivalent à environ 12 % de la surface totale du plan d'eau) et soumise à un marnage annuel d'environ 16 m.

Le promoteur devra :

- a) Fournir des données, exemples ou références qui démontrent que le grand corégone et le ménomini rond sont effectivement des proies qui peuvent remplacer l'éperlan arc-en-ciel dans le régime alimentaire de la ouananiche.
- b) Documenter l'impact pour la ouananiche d'avoir une alimentation majoritairement basée sur des invertébrés au lieu d'éperlan arc-en-ciel.
- c) Discuter de la qualité du réservoir de la Romaine-4 comme habitat d'alimentation pour la ouananiche en absence d'éperlan arc-en-ciel, une espèce plutôt pélagique (Vander Zanden et Vadeboncœur, 2002). Pour ce faire, le promoteur devra notamment considérer la représentativité des environnements littoraux et pélagiques dans le réservoir de la Romaine-4, leur importance pour l'espèce ainsi que de l'effet du marnage sur la productivité d'invertébrés de la zone littorale.
- d) Présenter les autres avenues de compensation étudiées afin de combler adéquatement les pertes pour cette espèce.

Réponse

Il faut d'abord rappeler que l'objectif poursuivi par l'ensemencement en ouananiche du réservoir de la Romaine 4 n'est pas de compenser les pertes de ouananiches, qui sont négligeables pour l'ensemble du complexe de la Romaine, mais plutôt d'atténuer les impacts sur ce salmonidé par une action de mise en valeur dans la zone d'étude (voir les pages 23-80, 23-93, 23-94 et 23-116 de l'étude d'impact).

Par ailleurs, il faut préciser que le rendement maximal soutenable (RMS) du réservoir de la Romaine 4 a été évalué à 0,10 kg/ha, sur la base des rendements estimés du lac Saint-Jean (0,08 kg/ha) à partir des données de pêche disponibles. On mentionne au chapitre 7.2.1 de GENIVAR (2007) que le rendement de 0,08 kg/ha du lac Saint-Jean est probablement sous-estimé, car la pêche restrictive pendant les meilleures années a contribué à réduire les prélèvements et, ainsi, à sous-exploiter le stock. Par conséquent, avec un rendement de 0,10 kg/ha, on ne considère pas que le réservoir de la Romaine 4 soit plus productif que le lac Saint-Jean.

a) Données sur le régime alimentaire de la ouananiche

Selon Auninen et coll. (2004), la plupart des poissons consommés par la ouananiche dans le lac Paasivesi, en Finlande, étaient des corégonidés. Koivurinta et coll. (2000, cités par Auninen et coll., 2004) mentionnent également que le *Coregonus albula* était une espèce proie dominante consommée par la ouananiche. Ces deux études viennent appuyer notre affirmation selon laquelle la ouananiche pourra s'alimenter de corégonidés (grand corégone et ménomini rond) en absence d'éperlan arc-en-ciel dans le réservoir de la Romaine 4.

De plus, quelques plans d'eau situés à proximité ou même dans la zone d'étude soutiennent des populations de ouananiche, même si l'éperlan arc-en-ciel en est absent. Il s'agit des lacs Atikonak, Brûlé, Lavoie, Anderson, Lozeau, Puyjalon et Allard. D'ailleurs, la pourvoirie du Lac Allard exploite principalement la ouananiche, tout comme la pourvoirie du Lac Lavoie, qui offre la pêche de cette espèce dans le secteur du lac Brûlé.

b) Impact d'une alimentation d'invertébrés benthiques sur la ouananiche

L'éperlan arc-en-ciel est effectivement une proie très importante pour la ouananiche, notamment au lac Saint-Jean, où il semble que la croissance de la ouananiche diminue lorsque l'éperlan est peu abondant. Le grand corégone et le cisco de lac sont des espèces présentes dans le lac Saint-Jean, mais ces espèces ne seraient pas observées dans les contenus stomacaux des ouananiches, selon les observations du MRNF. L'absence de ces espèces dans le régime de la ouananiche ne peut être expliquée avec les données disponibles. Toutefois, au lac Saint-Jean, la récolte des contenus stomacaux se fait principalement à partir des captures effectuées en zone littorale du plan d'eau, tandis que le grand corégone et le cisco de lac affectionnent plutôt la zone pélagique.

En ce qui concerne les effets d'un régime constitué surtout d'invertébrés benthiques, nous ne détenons pas d'informations particulières à ce sujet, outre le fait que les juvéniles s'alimentent principalement de ce groupe durant leur séjour dans les tributaires. Lorsqu'elle migre en lac, la ouananiche semble adopter principalement un régime piscivore.

c) Importance des zones littorale et pélagique dans l'alimentation de la ouananiche

En premier lieu, il faut souligner que la ouananiche est une espèce qui utilise la zone littorale et la zone pélagique pour s'alimenter. Elle se nourrit principalement de poissons-fourrages qui occupent une niche similaire dans le plan d'eau. Pour cette raison, l'utilisation de toute la superficie du réservoir (portions pélagique et littorale) est justifiée pour évaluer la production de ouananiches dans le réservoir de la Romaine 4.

La zone littorale (4 m et moins de profondeur) occupera une superficie de 1 450 ha dans le réservoir de la Romaine 4, comparativement à 10 580 ha pour la zone pélagique (plus de 4 m), ce qui représente une superficie totale de 12 030 ha au niveau d'exploitation moyen durant la période de croissance estivale des poissons (juillet, août et septembre) (voir la page 23-82 de l'étude d'impact). La zone littorale occupe donc une part relativement importante, en superficie, dans ce réservoir.

La production benthique dans les plans d'eau de la région septentrionale nord-américaine atteint son maximum vers la fin de l'été, c'est-à-dire de la fin d'août à la fin de septembre. Or, l'abaissement du niveau des réservoirs survient principalement durant l'hiver, lorsque la demande énergétique s'accroît.

Parmi les principaux facteurs qui influent sur la réponse des populations de poissons dans les réservoirs, le support alimentaire est l'un des plus importants, selon Therrien et coll. (2002). Il est bien connu que le substrat des berges exondées des milieux aquatiques, bien que moins productif, est très rapidement recolonisé après un assèchement (quelques mois suffisent), mais il supporte généralement une communauté benthique moins diversifiée.

Compte tenu de toutes ces observations, nous concluons que les ouananiches pourront bénéficier d'une quantité de nourriture suffisante, comme les autres espèces de poissons, pour s'alimenter adéquatement dans le réservoir de la Romaine 4.

d) Autres avenues de compensation

Pour les raisons évoquées plus haut, nous croyons que la production de ouananiches dans le réservoir de la Romaine 4 sera suffisante. Par conséquent, aucune autre mesure en faveur de la ouananiche n'est envisagée.

Références

- Auninen, K., I. Kolari, A. Pesonen et J. Jurvelius. 2004. « Mortality of 0+ vendace (*Coregonus albula*) caused by predation and trawling ». *Ann. Zool. Fennici.*, n° 41, p. 3-350.
- GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 123 p. et ann.
- Therrien, J., R. Verdon et R. Lalumière. 2002. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des communautés de poissons. Rapport synthèse 1977-2000.* Préparé pour Hydro-Québec Production. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 131 p. et ann.

■ CA-61

Références : Génivar 2007c. *Complexe de la Romaine - Faune ichtyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel.* GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

En septembre 2005, quatre tributaires du réservoir projeté de la Romaine-4 ont été caractérisés afin d'établir le potentiel des cours d'eau pour la production de ouananiche (Génivar, 2007c). En mai 2006, l'aménagement de deux tributaires (rivière Beaubert et Katahtauatshupunan) était proposé. Selon Génivar (2007c), étant donné que les habitats d'élevage de bonne qualité sont abondants et les habitats de

fraie semblent nombreux, aucun aménagement d'habitat n'est proposé pour le moment.

Pourquoi le promoteur ne propose-t-il plus d'aménagements pour la ouananiche (Génivar, 2007c) ? Pourtant, l'information sur le potentiel des cours d'eau était déjà disponible en mai 2006 alors que des aménagements étaient proposés.

Réponse

En mai 2006, lorsque les potentiels d'aménagement et les interventions ont été présentés au cours des premières rencontres d'information, l'analyse et l'interprétation des données n'étaient pas terminées. Comme l'indique le rapport sectoriel de GENIVAR (2007), il n'y a pas lieu d'effectuer des aménagements dans les cours d'eau sélectionnés, car les habitats d'élevage et de fraie semblent adéquats et suffisamment abondants. Il faut rappeler qu'un important programme de suivi des populations sera amorcé après la réalisation des interventions proposées pour implanter la ouananiche dans le réservoir de la Romaine 4. Des frayères pourraient être aménagées dans les deux cours d'eau ciblés *a priori* pour effectuer les ensemencements. Par ailleurs, si le recrutement se révélait insuffisant, d'autres cours d'eau pourraient s'ajouter aux deux meilleurs qui ont été proposés lors de l'étude de potentiel d'aménagement (GENIVAR, 2007).

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la Romaine. Faune ichthyenne. Potentiel d'aménagement. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Société en commandite. 123 p. et ann.

■ CA-62

Références : Génivar 2007c. *Complexe de la Romaine - Faune ichthyenne : Potentiel d'aménagement : Rapport sectoriel*. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. Novembre 2007. 123 p. et annexes.

Génivar (2007c) indique que la présence de corégoninés favoriserait la productivité du touladi qui serait implanté dans le réservoir Romaine-1.

Considérant les éléments mentionnés précédemment concernant l'absence de grand corégone des captures dans le secteur de Romaine-1, la présence du grand brochet et le fait que ce réservoir ne serait pas stratifié, comment le promoteur explique que le touladi pourrait y être implanté avec succès ?

Réponse

Il faut d'abord préciser que le grand corégone n'a pas été capturé dans la Romaine entre les PK 52,5 et 83,7, c'est-à-dire dans le tronçon de la rivière qui correspond au réservoir de la Romaine 1 et au bassin des Murailles, parce qu'il s'y trouve en faible abondance. En effet, l'espèce est présente dans cette portion du secteur de la Romaine-1 puisque des œufs de grand corégone ont été récoltés sur une frayère située au PK 81,3, soit à quelque 500 m en aval de l'exutoire du bassin des Murailles (GENIVAR, 2006). La réponse à la question 46 fournit tous les détails à ce sujet. Le rapport sectoriel sur les habitats et la production de poissons (GENIVAR, 2007) de même que le chapitre 23 de l'étude d'impact expliquent pourquoi le grand corégone devrait s'implanter et devenir abondant dans les réservoirs projetés.

En ce qui concerne les inquiétudes à l'égard de la présence du grand brochet dans le réservoir, il faut rappeler que ce prédateur chasse et s'alimente surtout dans la zone littorale, alors que le touladi préfère les habitats situés plus en profondeur. Les deux espèces exploitent donc des niches différentes. De plus, le grand brochet est souvent présent dans les lacs à touladi, comme le démontrent les statistiques et les données présentées dans Valière et Fortin (1988).

Le touladi vit surtout en zone profonde durant l'été en raison de ses préférences pour les eaux froides inférieures à 10 °C (Martin et Olver, 1980). Par ailleurs, en ce qui a trait à la stratification thermique dans le réservoir de la Romaine 1, la section 17.2.4.1 de l'étude d'impact mentionne ce qui suit :

En juin une certaine stratification thermique apparaîtra sous l'influence d'eau plus chaude en provenance de la centrale de la Romaine-2 et de la rivière Romaine Sud-Est. Durant l'été (de juin à septembre), l'eau qui traversera le réservoir occupera la couche superficielle de 15 à 20 m ; sa température passera d'environ 7 °C en moyenne au 1^{er} juin à 15 ou 16 °C au début d'août, puis baissera à environ 12 °C à la fin de septembre. L'eau sous-jacente restera captive et sa température évoluera peu.

Selon le texte de la page 17-14 de l'étude d'impact, l'eau sous-jacente devrait se maintenir aux environs de 6,5 °C au PK 62, c'est-à-dire à la température atteinte à la fin du printemps.

Le touladi devrait donc évoluer normalement dans le réservoir de la Romaine 1.

Références

GENIVAR. 2006. *Complexe de la Romaine. Faune ichtyenne. Rapport d'inventaire 2005*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 123 p. et ann.

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 202 p. et ann.

Martin, N.V., et C.H. Olver. 1980. « The lake charr, *Salvelinus namaycush* ». In E.K. Balon (réd.). *Charrs, salmonid fishes of the genus Salvelinus*. Perspectives in Vertebrate Science 1. La Haie, Dr W. Junk Publishers, p. 205-277.

Valière, L., et R. Fortin. 1988. *Le grand brochet (Esox lucius) au Québec : biologie et gestion*. Préparé pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Montréal, Université du Québec à Montréal. 298 p.

3. Traversées des cours d'eau

■ CA-63, 64 et 65

Références : Roche ltée, Groupe-Conseil. 2006. *Complexe de la Romaine. Accès routiers aux ouvrages. Caractérisation des cours d'eau*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-Conseil. 10 p. et ann.

Le MPO est d'avis que, généralement, les méthodes de conception des ponceaux (application du RNI) présentées dans l'ÉI sont insuffisantes pour assurer partout le maintien du libre passage du poisson. Le promoteur devra donc revoir la conception de certaines structures de traversées à cette fin.

Suite à l'analyse des fiches de caractérisation de cours d'eau (Roche, 2006), le MPO a ciblé les traversées qui nécessiteront vraisemblablement des aménagements particuliers afin d'assurer le maintien du libre passage du poisson. Les avenues d'aménagements possibles pourraient constituer à la mise en place de structures à portée libre, de ponceaux en arches, de déflecteurs ou d'aménagements de substrat à l'intérieur des ponceaux. Un document préparé par le MPO, et intitulé *Recommandations de conception des traversées de cours d'eau où le libre passage du poisson doit être assuré*, contient des conseils à cet égard et est disponible sur demande.

Il est à noter que les experts du MPO sont prêts à collaborer avec les spécialistes du promoteur dans la révision de conception des traversées jugées problématiques pour le passage du poisson.

CA-64

Références : Roche ltée, Groupe-Conseil. 2006. *Complexe de la Romaine. Accès routiers aux ouvrages. Caractérisation des cours d'eau*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-Conseil. 10 p. et ann.

Suite à l'analyse des fiches de caractérisation de cours d'eau (Roche 2006), le MPO juge que le libre passage du poisson doit être assuré aux traversées de cours d'eau où un potentiel d'habitat pour l'omble de fontaine a été noté. La conception de certaines

de ces traversées devrait toutefois être révisée en tenant compte des éléments mentionnés à la question/commentaire CA-062.

Le promoteur devra revoir la conception des structures de traversées pour les cours d'eau ayant les numéros de fiche suivants : TR-6, TR-7 (les deux), TR-8, TR-9, TR-13, TR-14, TR-15, TR-18, TR-20, TR-23, TR-24. 1, TR-24.2, TR-25, TR-28, TR-29, TR-34, TR-35, TR-38, TR-44, TR-45, TR-49, TR-50, TR-83, TR-93 et TR-95. Cette liste pourrait toutefois être revue sur la base de nouvelles informations.

CA-65

Références : n/a

La largeur d'un cours d'eau ainsi que la qualité de ses habitats sont des éléments considérés dans la décision entourant le choix de la structure de traversée permettant de réduire les empiètements dans l'habitat du poisson. Ainsi, pour certains cours d'eau où un potentiel d'habitat pour omble de fontaine a été noté, la construction d'une structure à portée libre devrait être privilégiée.

Le promoteur devra procéder à la mise en place de structures à portée libre pour les traversées ayant les numéros de site de traversée suivants : TR-68, TR-77, TR-79, TR-95, TR-97, TR-102, et TR-106. Cette liste pourrait toutefois être revue sur la base de nouvelles informations.

Réponse

Quoique certaines traversées pourraient nécessiter une attention particulière, Hydro-Québec juge que l'application de normes de conception reconnues, comme celles du *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* (RNI), constitue une approche appropriée, compte tenu des nombreux ouvrages qu'elle devra construire. En ce qui concerne les traversées de cours d'eau, Hydro-Québec appliquera les dispositions du RNI, qui visent également le libre passage des poissons. Hydro-Québec a pris note des suggestions du MPO. Elle prendra des mesures pour maintenir le passage des poissons et est prête à discuter avec le MPO des cas particuliers à l'étape de l'ingénierie détaillée.

■ CA-66

Références : ÉI, volume 3 (milieu biologique), section 23 (poissons), page 23-87

Génivar 2007e. *Complexe de la Romaine, Faune ichthyenne, habitats et production de poissons. Annexes. Septembre 2007. 10 annexes.*

Il est précisé à la page 23-87 de l'ÉI que le réseau routier permanent croiserait 105 cours d'eau, dont la plupart ont un écoulement permanent ; 99 seraient traversés par des ponceaux et 7 autres par des ponts. Or, le document de Génivar

(septembre 2007), intitulé « Annexes – Faune ichthyenne, habitats et production de poissons », présente à l'annexe 7 la description des cours d'eau traversés par les routes d'accès. Ce tableau indique seulement 6 ponts (TR-5, TR-36, TR-37, Ruisseau Bernard, TR-81 et TR-108).

Par ailleurs, le MPO dispose d'un document d'énoncé opérationnel pour la conception et l'installation de pont à portée libre. Si vous êtes en mesure de vous conformer aux critères de conception et d'atténuation stipulés dans ce document, vous pourrez alors agir sans causer de détérioration, destruction ou perturbation à l'habitat du poisson.

Le promoteur devra :

- a) Préciser le nombre total de traversées de cours d'eau permanentes et temporaires.
- b) Suivre les recommandations du document d'énoncé opérationnel intitulé « Pont à portée libre » (<http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/modernizing-moderniser/epmp/pmpe/qc/indexjasp>) pour tous les ponts (permanents et temporaires) ainsi que pour la construction de la passerelle pour motoneigistes située au PK 15,5.
- c) Transmettre au MPO les plans, mêmes préliminaires, de tous les ponts (permanents et temporaires) pour lesquels il n'est pas en mesure de suivre les recommandations de cet énoncé opérationnel.

Réponse

Comme l'indique l'étude d'impact, le réseau routier permanent croisera 105 cours d'eau et il faudra construire 7 ponts. Le document de GENIVAR (2007) évoque également ces sept ponts à l'annexe 7, soit les traversées numérotées TR-5, TR-36 et TR-37, le ruisseau Bernard ainsi que les traversées TR-81, TR-108 et TR-212. La conception des ponts permanents n'a pas commencé ; les plans détaillés, même en version préliminaire, ne peuvent être transmis. Néanmoins, la planche CA-66-1 illustre bien le type de pont qui est prévu pour les portées de moins de 50 m, soit six ponts sur sept. Hydro-Québec prend bonne note des recommandations soumises dans l'énoncé opérationnel du MPO.

Le nombre et l'emplacement exacts des traversées temporaires de cours d'eau ne sont pas encore connus, puisque ces informations ne seront disponibles qu'après l'ingénierie détaillée et en fonction des méthodes de construction qui seront alors retenues. Les chemins temporaires illustrés sur les planches techniques le sont à titre indicatif seulement et pour permettre de connaître l'ampleur des chemins temporaires.

Dès qu'ils seront disponibles, tous les plans et toutes les informations seront transmis aux autorités compétentes pour leur permettre de délivrer les autorisations sectorielles requises.

Pour la passerelle de motoneige, voir la réponse à la question CA-93 et les figures associées.

Référence

GENIVAR. 2007. *Complexe de la rivière Romaine. Faune ichtyenne. Habitats et production de poissons. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR société en commandite. 158 p. et ann.

■ CA-67

Références : Roche ltée, Groupe-Conseil. 2006. *Complexe de la Romaine. Accès routiers aux ouvrages. Caractérisation des cours d'eau. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Sainte-Foy, Roche ltée, Groupe-Conseil. 10 p. et ann.*

Pour accéder aux ouvrages des quatre secteurs du complexe de la Romaine, le promoteur devrait construire près de 185 km de routes, soit 152 km pour la route principale et 33 km pour les routes secondaires. Les cartes 1 à 7 de Roche (2006) nous permettent de bien visualiser l'emplacement de chacune des traversées de la route principale. Les routes secondaires menant aux divers ouvrages sont présentées, mais dans certains cas (ceux liés aux ouvrages de la Romaine-2), les traversées de cours d'eau ne sont pas indiquées et n'ont pas été caractérisées.

Le promoteur devra :

- a) Indiquer, sur les cartes 1 à 7 de Roche (2006), l'emplacement des traversées de cours d'eau pour les routes secondaires et les portions de trajets non inventoriés (p. ex.. carte 3, entre PK 42 et 50, carte 4, entre PK 82 et 89).
- b) Procéder à l'inventaire de ces cours d'eau et transmettre au MPO la fiche de caractérisation pour chacun d'eux qui comprendra notamment la présence d'obstacles (p. ex. chutes) et d'habitats du poisson à proximité de l'ouvrage.
- c) Fournir les détails de conception des structures de traversées de cours d'eau prévues à ces sites, particulièrement où le maintien du libre passage du poisson devrait être assuré.

Réponse

a-b) Cours d'eau traversés par les chemins secondaires

Les cours d'eau traversés par les chemins secondaires seront caractérisés et inventoriés à la fin de l'ingénierie détaillée. Ces résultats pourront être transmis ultérieurement aux autorités concernées.

c) Conception des ouvrages de franchissement des cours d'eau

Les détails de conception des ouvrages de franchissement des cours d'eau ne sont pas connus puisque ces informations ne seront disponibles qu'après l'ingénierie détaillée et en fonction des méthodes de construction qui seront alors retenues. Ces résultats pourront être transmis ultérieurement aux autorités concernées. En ce qui concerne les traversées de cours d'eau, Hydro-Québec appliquera les dispositions du RNI. Elle prendra des mesures pour maintenir le passage des poissons et est prête à discuter avec le MPO des cas particuliers à l'étape de l'ingénierie détaillée.

■ CA-68

Références : ÉI, volume 1, chapitres 9, 10, 11 et 12 (aménagement de la Romaine-4, 3, 2 & 1)

Le MPO encourage fortement l'utilisation de ponts temporaires (tablier reposant sur bloc de béton ou caissons) lors de la mise en place de chemins d'accès temporaires. Ces structures ont l'avantage de ne pas empiéter dans l'habitat aquatique tout en assurant le libre passage du poisson. Dans le cadre du projet Romaine, compte tenu de la durée de mise en place des ouvrages temporaires, les structures de traversée de cours d'eau à privilégier devraient être les ponts temporaires.

Plusieurs chemins temporaires seraient construits pour atteindre l'emplacement de la plupart des ouvrages ainsi que pour relier les installations de chantiers, les bancs d'emprunt, les aires d'entreposage, etc. La majorité de ces chemins sont indiqués sur les planches des chapitres 9, 10, 11 et 12 de l'ÉI. En analysant ces planches, le MPO constate que de nombreux cours d'eau seraient traversés par les chemins temporaires. Bien que ces traversées seraient temporaires, elles pourraient engendrer de nombreux impacts à l'habitat du poisson (p. ex. : entrave au libre passage du poisson, remise en suspension de sédiments, perte d'habitats, etc.)

Par conséquent, tel que demandé dans la directive fédérale, le MPO aura besoin des informations supplémentaires suivantes pour ces traversées :

- a) Établir la liste des cours d'eau qui seront traversés de façon temporaire et les indiquer sur une carte.
- b) Spécifier les structures de traversées qui seront utilisées pour ces traversées de cours d'eau temporaires.
- c) Préciser la durée de mise en place des structures temporaires.
- d) Préciser la superficie de cours d'eau empiétée par les ponts et ponceaux temporaires.
- e) Préciser de quelle manière il est prévu de désaffecter les chemins et les traversées temporaires à la fin de leur utilisation.
- f) Détailler tout autre empiètement créé par le réseau routier (permanent ou temporaire).

Réponse

Dans les projets de cette envergure, certaines informations (par exemple le tracé des chemins et l'emplacement des traversées temporaires de cours d'eau) ne peuvent être précisées qu'après l'étude d'impact, soit à l'étape de l'ingénierie détaillée, qui détermine le choix des méthodes de construction. Hydro-Québec sera en mesure de fournir ces informations aux autorités compétentes au moment voulu, c'est-à-dire à l'étape de la procédure de délivrance des autorisations sectorielles.

Toutefois, Hydro-Québec s'engage à faire appliquer les dispositions relatives aux traversées de cours d'eau prévues au *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* (RNI) et à maintenir le libre passage des poissons.

■ CA-69

Références : n/a

Un réseau de ponts de glace interdépendants devrait être mis en place afin de permettre l'accès pour le déboisement à des secteurs difficiles d'approche en raison du relief accidenté. Le MPO dispose d'un énoncé opérationnel pour la mise en place de ponts de glace. Ce document présente les mesures à intégrer à la conception, la construction, l'entretien et au démantèlement de telles structures, afin d'éviter les impacts négatifs sur l'habitat du poisson. Si vous êtes en mesure de vous conformer aux conditions énoncées dans ce document, vous pourrez agir sans causer de détérioration, destruction ou perturbation d'habitat du poisson.

Le promoteur devra :

- a) Indiquer s'il est en mesure de respecter l'énoncé opérationnel intitulé « Ponts de glace » pour la mise en place des ponts de glace (http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceanshabitat/habitat/modernizing-moderniser/epmp-pmp_e/q_c/icej.asp) ?
- b) Transmettre au MPO les plans, mêmes préliminaires, de tous les ponts de glace pour lesquels il n'est pas en mesure de suivre les recommandations de cet énoncé opérationnel.

Réponse

À cette étape-ci du projet, Hydro-Québec n'est pas en mesure de fournir des précisions sur les ponts de glace qui seront utilisés par les entrepreneurs chargés du déboisement des réservoirs.

Toutefois, Hydro-Québec s'engage à faire appliquer les dispositions relatives aux ponts de glace prévues au *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État*.

Questions et commentaires de Pêches et Océans Canada (milieu marin et estuarien)

1. Régime sédimentaire

■ CA-70

Références : ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)

L'étude d'impact indique (Hydro-Québec, 2007 pages 22-21 et 22-22) que : « Pendant quelques années, la charge sédimentaire annuelle à l'embouchure de la Romaine sera légèrement réduite par rapport aux conditions actuelles, puis atteindra un nouvel équilibre » et que « La circulation des eaux, et donc la dispersion des sédiments dans la zone de l'embouchure et en périphérie, s'effectuera de la même façon qu'en conditions actuelles ».

Le MPO est d'avis que le promoteur devrait appuyer cette information de références bibliographiques et démontrer que dans le cas d'une modification des débits à l'embouchure de la rivière Romaine ce milieu demeurera stable autant au niveau sédimentaire qu'au niveau de la salinité du milieu en regard de l'extension du panache d'eau douce qui est dépendant des débits fluviaux. Dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine, les habitats de la mye commune et des autres organismes benthiques sessiles sont corrélés à la position des chenaux et des hauts-fonds. Une modification de la position et du substrat de ces chenaux pourrait engendrer une modification de l'habitat de ces espèces.

Le promoteur devra :

- a) Documenter les conséquences de ces changements en indiquant quels seront les impacts potentiels de ce nouvel équilibre notamment sur la granulométrie du substrat en lien avec les communautés benthiques et les herbiers de zostères.
- b) Indiquer si les impacts de la modification du débit de la rivière sur la dérive littorale, la position des chenaux du delta et l'érosion des berges dans le secteur de l'embouchure de la rivière Romaine ainsi que dans les unités hydrosédimentaires adjacentes ont été évalués et pris en compte pour déterminer l'impact du projet sur le régime sédimentaire de la zone côtière proximale (zone du chenal de Mingan). Si tel est le cas, le promoteur devra présenter l'argumentaire. Dans le cas contraire, il devra documenter l'impact potentiel des modifications de débit sur l'érosion côtière et conséquemment sur le régime sédimentaire de la zone côtière proximale (zone du chenal de Mingan) en associant les impacts potentiels de ces modifications sur la communauté benthique et sur les herbiers de zostère.
- c) Indiquer la stabilité annuelle et mensuelle des chenaux deltaïques selon les différents paramètres environnementaux responsables de leur évolution (marées, vagues et débits fluviaux) considérant la modification saisonnière et la variation journalière des débits fluviaux due à la gestion hydraulique des ouvrages.

Réponse

a-b) Nouvel équilibre sédimentaire du chenal de Mingan

Granulométrie du substrat

Les pages 22-21 et 22-22 de l'étude d'impact qui sont mentionnées dans la question concernent les impacts du projet sur les caractéristiques physiques du chenal de Mingan. Cette partie de la réponse porte donc sur le chenal de Mingan et non sur la zone de l'embouchure.

La charge totale de la Romaine est de 21 000 m³/a en conditions actuelles et sera de 19 000 m³/a en conditions futures, ce qui est de l'ordre de 20 000 ± 1 000 m³/a.

La charge sableuse de la rivière Romaine transite par le secteur ouest de la zone de l'embouchure dans sa progression vers le delta d'accumulation, qui est situé entre l'île de la Grosse Romaine et la caye à Cochons (voir la carte 22-6 de l'étude d'impact). Au fil de leur progression vers le delta, les sables s'accumulent d'abord sur le talus deltaïque, puis s'éboulent dans la vallée profonde qui est bordée par le front de cuestas. Les sédiments sableux sont alors piégés dans cette vallée (voir les réponses aux questions CA-72, CA-73, CA-108b et CA-108h).

Les particules fines qui sont en suspension dans les eaux du chenal de Mingan proviennent en très grande partie des glissements de terrain qui affectent les falaises silto-argileuses situées à l'est de la zone de l'embouchure de la Romaine (voir la réponse à la question CA-108b) ; la charge de particules argileuses est estimée à quelque 73 000 m³/a (voir la réponse à la question CA-73). Ces falaises correspondent au front d'érosion du prodelta d'un ancien lobe deltaïque de la rivière Romaine, constitué il y a plus de 3 000 ans. Les particules fines issues de la rivière Romaine (15 000 m³/a) s'ajoutent aux autres apports silto-argileux. Elles sont transportées en suspension par les courants résiduels de la marée à l'ouest du chenal de Mingan, mais n'alimentent pas les rivages côtiers.

Les conséquences de la réduction de la charge sableuse et du maintien de la charge silto-argileuse sur l'équilibre sédimentaire du chenal de Mingan ont donc été jugées négligeables.

Le secteur est de la zone de l'embouchure, où sont situés les bancs de zostère et les plus fortes densités de myes communes, n'est pas influencé par le débit de la Romaine ni par ses apports et ne l'est que peu par son panache (voir également les réponses aux questions CA-71, CA-73, CA-78 et CA-80).

Les impacts du projet sur la production planctonique, sur le crabe des neiges et sur les autres espèces benthiques d'intérêt commercial, plus au large, sont traités au chapitre 29 de l'étude d'impact. Les réponses aux questions CA-81 à CA-84 fournissent des renseignements additionnels concernant les impacts sur le crabe des neiges et sur la production planctonique.

Régime sédimentaire

Les chenaux de la zone de l'embouchure sont situés sur des failles du substrat rocheux et ne réagissent pas aux conditions hydrodynamiques (voir la réponse à la question CA-108c). Les conditions sédimentaires ne déterminent pas l'évolution du delta, mais uniquement celle du rebord deltaïque. La circulation résiduelle s'effectue toujours dans le sens de ces chenaux. C'est seulement au printemps, en l'absence de déversement, que le courant de jusant est ralenti dans la portion nord du chenal central de la zone de l'embouchure. Toutefois, les vitesses résiduelles sont suffisantes pour garder les sables en mouvement. La dérive littorale est le résultat des courants résiduels de marée ainsi que des courants induits par les vents ouest-sud-ouest dominants de l'été (Naud et coll., 2003).

L'érosion a été prise en compte dans l'étude d'impact et certains aspects ont été précisés dans les réponses aux questions de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale. En conditions actuelles, l'érosion dans la zone de l'embouchure est négligeable (voir la réponse à la question CA-71) et l'érosion des rivages limitrophes est liée non au débit de la rivière Romaine, mais à l'action des faibles houles ou clapots générés dans le chenal de Mingan ainsi que des glissements de

terrain à l'est de la zone de l'embouchure (voir les réponses aux questions CA-108*b*, CA-108*f* et CA-108*h*). Quant aux impacts sur les zostérais et sur les communautés benthiques, ils sont décrits à la page 29-15 de l'étude d'impact de même que dans les réponses aux questions CA-71, CA-73 et CA-78.

c) Stabilité des chenaux deltaïques

Les chenaux de la zone de l'embouchure et du delta d'accumulation de la Romaine, entre l'île de la Grosse Romaine et la caye à Cochons (voir la carte 22-6 de l'étude d'impact), sont situés sur des failles du substrat rocheux et ne réagissent pas aux conditions hydrodynamiques, comme en témoigne la stabilité des chenaux de la zone de l'embouchure à l'échelle décennale (voir la page 22-11 de l'étude d'impact et la réponse à la question CA-78). Les vallées perpendiculaires à la rive du chenal de Mingan représentent la prolongation du bassin de drainage des rivières actuelles (Saint-Jean, Mingan et Romaine) dans un environnement de régression forcée depuis des milliers d'années (voir la section 4.1.3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. 2005).

Références

- Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.
- Naud, M.-J., B. Long, J.-C. Brêthes et R. Sears. 2003. « Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada) ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, vol. 83, p. 889-896.

■ CA-71

Références : ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)

Le MPO a des préoccupations concernant la dispersion des sédiments dans la zone de l'embouchure suite à la modification des débits occasionnée par le projet. Il est indiqué dans l'ÉI que les conditions physiques dans la zone de l'embouchure durant la période de remplissage du réservoir de la Romaine-2 seront nettement dominées par la marée (Hydro-Québec 2007, page 22-22). Il est ainsi raisonnable de penser que la modification des rapports de force des courants (fluviaux et marins) ait un impact sur le remaniement des sédiments dans le secteur du delta, et ce, non seulement lors de la mise en eau du réservoir de la Romaine-2, mais également ultérieurement. La modification de ce rapport de force de courants pourrait aussi avoir un impact sur l'érosion côtière dans le secteur proximal de la zone d'étude.

Le promoteur devra documenter les courants marins et fluviaux actuels ainsi que l'impact (p. ex. : érosion côtière) d'une modification du rapport de force entre les courants fluviaux et marins sur les herbiers de zostère, les bancs coquilliers et la faune benthique. Une carte des courants dans le secteur devrait être fournie.

Réponse

Contexte

Dans son commentaire préalable à la question, le MPO mentionne le fait que durant la période de remplissage les conditions physiques seront nettement dominées par la marée. Hydro-Québec voudrait apporter quelques précisions à ce sujet.

Comme on l'indique à la page 22-22 de l'étude d'impact, il est peu probable que des déversements aient lieu au printemps durant le remplissage des réservoirs du complexe de la Romaine. Les conditions hydrologiques et physiques dans la zone de l'embouchure et le chenal de Mingan seront alors les mêmes que celles qui prévaudront durant une année d'exploitation sans déversement. Les impacts associés à ces conditions ont été analysés pour chaque saison, au regard des principales composantes physiques et biologiques de la zone de l'embouchure et du chenal de Mingan (voir les sections 22.2 et 29.2 de l'étude d'impact).

C'est uniquement durant la deuxième étape du remplissage du réservoir de la Romaine 2 (24 jours) que la marée dominera nettement les conditions physiques dans la zone de l'embouchure. Le débit à l'embouchure s'établira alors à environ 200 m³/s. Ces conditions inhabituelles pour le printemps, même en phase d'exploitation, seront équivalentes aux conditions estivales actuelles.

Courants marins et fluviaux

La question de la circulation de l'eau est traitée succinctement dans le chapitre 22 de l'étude d'impact. Pour plus de détails, on peut consulter l'étude sectorielle de Lorrain et coll. (2006), qui propose notamment une rose des courants pour la zone de l'embouchure de la Romaine (voir la carte 4.3.1). La même étude présente également la distribution de la vitesse et de la direction des valeurs individuelles des courants mesurés (voir la figure 4.3.1) pour cinq stations de mesure et trois classes de débit : moins de 200 m³/s, entre 200 et 500 m³/s, et plus de 500 m³/s.

Les impacts de la modification du débit de la Romaine sont traités au chapitre 22 pour ce qui est des composantes physiques (bathymétrie, glace, niveau d'eau, courants, masses d'eau, sédiments) et au chapitre 29 (pages 29-13 à 29-16) pour ce qui est des ressources (modifications physiques de l'habitat et conséquences pour la faune benthique notamment, y compris les bancs coquilliers et la zostère marine).

Érosion côtière de la zone de l'embouchure

La zone de l'embouchure entre la pointe Paradis, à l'ouest, et l'extrémité des platières de la pointe à Aisley, à l'est, présente un littoral de 11,28 km, à l'exclusion du pourtour des îles et des îlots. Le roc et les platières totalisent 8,12 km, soit 72 % du littoral. Dans cette espace fermé par l'arc des rochers granitiques, les rives des îles et des îlots sont de nature rocheuse.

En raison de la morphologie de la zone de l'embouchure, les courants les plus forts se trouvent dans les chenaux au jusant. Au flot et à marée haute, l'eau envahit les platières et les courants s'inversent ou atténuent fortement les courants fluviaux. C'est seulement lorsque le débit fluvial dépasse 500 m³/s que le courant du chenal central devient unidirectionnel, sur une distance d'au moins 1,5 km à partir de la chute de l'Auberge (voir la page 22-7 de l'étude d'impact).

L'érosion du littoral de la zone de l'embouchure n'est donc pas influencée par les courants en conditions actuelles et ne le sera pas non plus en conditions futures. De plus, on a établi que les chenaux principaux étaient stables depuis 1948 et ne subissaient probablement pas d'érosion latérale. Le remaniement des sédiments dans les chenaux est traité dans la réponse à la question CA-78.

Impacts sur la zostère, sur les bancs coquilliers et sur la faune benthique

Les principaux bancs de zostère sont situés dans le secteur est de la zone de l'embouchure (voir la réponse à la question CA-80). Or, ce secteur correspond à un lobe deltaïque fossile sans relation avec la construction de la zone de l'embouchure actuelle. Ce secteur n'est pas influencé par les courants de la Romaine ni par ses apports et l'est très peu par son panache. Ce constat résulte de l'analyse de Bernard Long, spécialiste en sédimentologie marine de l'INRS-ETE, dont le rapport est intégré à la section 4.1.2 de l'étude sectorielle de Lorrain et coll. (2005).

Les réponses aux questions CA-78, CA-79 et CA-80 fournissent des précisions concernant les liens entre les modifications physiques et les impacts sur les composantes fauniques et floristiques.

Les impacts de la suppression d'une crue soutenue un printemps sur deux sont jugés positifs pour les communautés benthiques, y compris les bancs coquilliers et la zostère (voir les pages 29-13 à 29-16 de l'étude d'impact).

Références

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

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

■ CA-72

Références : ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)

En se basant sur l'étude de Dubois de 1979, l'ÉI (Hydro-Québec, 2007, page 22-10) rapporte qu'« À l'est de la zone de l'embouchure de la Romaine, les sédiments littoraux proviennent de l'érosion des berges littorales ». L'ÉI indique également (page 22-22) : « Par exemple, les 8 km de talus riverains d'environ 20 m de hauteur situés à l'est de la pointe à Aisley contribuent pour 80 000 m³/a au taux d'érosion de 0,5 m/a, soit quatre fois la charge de la Romaine ». Étant donné que cette information ne se retrouve dans aucun des rapports sectoriels consultés, il serait important de fournir la source de ces données et documenter ce résultat afin de bien comprendre la dynamique sédimentaire de la zone d'influence de la rivière Romaine, mais également des unités hydrosédimentaires adjacentes (chenal de Mingan). Le promoteur devrait mettre à jour cette information à l'aide de données récentes qui feraient état de la dynamique sédimentaire actuelle du secteur.

Le promoteur devra :

- a) Documenter et appuyer de références bibliographiques les taux d'érosion de 0,5 m/a mentionnés dans l'ÉI pour les falaises littorales situées à l'est de la pointe à Aisley ainsi que les volumes sédimentaires (80 000 m³/a) provenant de celles-ci.
- b) Établir un bilan sédimentaire de la zone du chenal de Mingan afin de déterminer l'importance relative des apports sédimentaires marins par rapport aux apports sédimentaires fluviaux selon la taille granulométrique des sédiments.
- c) Transmettre les copies des photographies aériennes utilisées pour faire l'analyse de l'évolution du réseau de drainage dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine entre 1948 et 2004. Si les données récentes, de 1996 à 2008, n'ont pas été utilisées, les intégrer à l'analyse et fournir ces photos également.

Réponse

a) Taux d'érosion des falaises situées à l'est de la pointe à Aisley

Le taux d'érosion des falaises situées à l'est de la pointe à Aisley a été estimé à 0,5 m/a (voir la page 22-22 de l'étude d'impact). Pour une longueur de 8 km et une hauteur d'environ 20 m, les apports totaux (sables et particules fines) sont le produit de ces trois dimensions, soit 80 000 m³/a.

Le ministère de la Sécurité publique du Québec nous a fait parvenir le 2 juin 2008 les cartes de l'évolution des côtes du secteur de la rivière Romaine, de la baie Pakuauashau et de la pointe aux Morts. Pour la période de 1931 à 1996, la moyenne pondérée du taux de recul des rives des secteurs documentés de la baie Pakuauashau et de la pointe aux Morts est de 0,34 m/a, alors que le taux maximal est de 0,77 m.

Si le taux moyen de 0,34 m/a de recul des berges des talus à l'est de la pointe à Aisley s'est maintenu depuis 1996, le volume des apports totaux serait de l'ordre de 55 000 m³/a. Toutefois, le taux a probablement augmenté là comme ailleurs sur la Côte-Nord, et notre estimation est réaliste. Le taux de 0,5 m/a se situe entre le taux moyen pondéré et le taux maximal pondéré.

En effet, lors d'une conférence donnée à Montréal le 30 avril dernier, Pascal Bernatchez, de l'UQAR, mentionnait que 50 % des berges sur matériaux meubles étaient actives entre 1931 et 1996 ; ce pourcentage est passé à 65 % entre 2000 et 2007, pour un taux de recul moyen de 0,82 m/a.

b) Bilan sédimentaire du chenal de Mingan

La charge sableuse de la rivière Romaine transite par le secteur ouest de la zone de l'embouchure dans sa progression vers le delta d'accumulation, qui est situé entre l'île de la Grosse Romaine et la caye à Cochons (voir la carte 22-6 de l'étude d'impact). Au fil de leur progression vers le delta, les sables s'accumulent d'abord sur le talus deltaïque, puis s'éboulent dans la vallée profonde qui est bordée par le front de cuestas. Les sédiments sableux sont alors piégés dans cette vallée. Les sables issus de la Romaine ne contribuent donc pas à la construction des plages des littoraux des îles ou des segments côtiers limitrophes (voir la réponse à la question CA-108*h*).

Les particules fines qui sont en suspension dans les eaux du chenal de Mingan proviennent en très grande partie des glissements de terrain qui affectent les falaises silto-argileuses situées à l'est de la zone de l'embouchure de la Romaine (voir la réponse à la question CA-108*b*). Ces falaises correspondent au front d'érosion du prodelta d'un ancien lobe deltaïque de la rivière Romaine, constitué il y a plus de 3 000 ans. Les particules fines issues de la rivière Romaine (16 500 t/a) s'ajoutent aux autres apports silto-argileux. Elles sont transportées en suspension par les courants

résiduels de la marée à l'ouest du chenal de Mingan, mais n'alimentent pas les rivages côtiers.

On a fourni un très grand effort en vue de bien établir les apports sédimentaires de la rivière Romaine. Ainsi, non seulement a-t-on mesuré les apports de matières en suspension au PK 3,8, mais on a aussi mesuré directement la charge sédimentaire de fond, et ce, pour deux années. Il semble injustifié, dans le cadre d'une étude d'impact, d'exiger un bilan sédimentaire du chenal de Mingan, ce qui nécessiterait de mesurer l'ensemble des apports des côtes adjacentes à la rivière Romaine, ceux des rivières Lechasseur et Mingan et même ceux des eaux du détroit de Jacques-Cartier, puisque la circulation dans le chenal de Mingan est fortement dépendante de la circulation dans le détroit de Jacques-Cartier. Or, ces autres apports ne sont aucunement liés au débit de la Romaine ou à ses modifications.

c) Photographies aériennes de 1948 à 2004 et données récentes

La source des cinq séries de photographies aériennes ayant servi à suivre l'évolution du réseau de drainage de la zone de l'embouchure est clairement indiquée sous chacune des photographies accompagnant la carte 4.1.2 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2005) ; ces photographies sont du domaine public, sauf l'image à haute résolution de 2004, qui appartient à Hydro-Québec.

La demande des taux d'érosion pour les secteurs limitrophes à la zone de l'embouchure de la Romaine auprès du ministère de la Sécurité publique du Québec incluait la période 1996-2007. Or, ces données ou tout autre document photographique ou cartographique postérieur à 1996 ne nous ont pas été fournis.

Référence

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

■ CA-73

Références : ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)

Desrosiers, G., Brêthes, J.-C.F., Long, B.F., 1984. L'effet d'un glissement de terrain sur une communauté benthique médiolittorale du nord du golfe du Saint-Laurent. *Oceanologica Acta* 7, 25 1-258.

Dans l'ÉI (Hydro-Québec 2007, page 22-22) le promoteur compare les apports sableux provenant de la rivière Romaine aux apports provenant des falaises littorales. « À titre de comparaison, un glissement de terrain survenu au printemps de 1980 à environ 4 km à l'est de la pointe à Aisley a livré quelque 4 500 000 m³ au milieu côtier (Desrosiers et coll., 1984). De tels événements fournissent des apports considérables

de matériaux, en comparaison des apports annuels totaux de la Romaine.» Cependant, les falaises littorales de ce secteur ne sont pas à prédominance sableuse, il est important de comparer l'apport en matériaux au système selon la même taille granulométrique afin d'évaluer l'impact sur les communautés benthiques et sur les herbiers de zostère du secteur.

Le promoteur devra documenter l'impact d'une réduction de la charge sédimentaire fluviale de sable de 6 000 m³/a à 4 000 m³/a sur les communautés benthiques et le banc de zostères en comparaison avec les apports de sable provenant de l'érosion des côtes.

Réponse

Contexte

Dans son commentaire préalable à la question CA-73, le MPO laisse entendre qu'Hydro-Québec a comparé les apports totaux d'un glissement de terrain des falaises littorales situées à l'est de la Romaine avec les apports sableux de la Romaine. Cet énoncé est inexact.

La charge sableuse actuelle de la rivière Romaine est estimée à 6 000 m³/a (9 200 t/a) et la charge de particules silto-argileuses, à 15 000 m³/a (plus de 16 500 t/a), comme on l'indique à la page 22-21 de l'étude d'impact. En conditions futures, la charge sableuse sera de 4 000 m³/a (6 000 t/a), tandis que la charge de particules fines demeurera semblable (15 000 m³/a ou plus de 16 500 t/a), comme le précise la page 22-22 de l'étude d'impact. La charge totale de la Romaine est donc de 21 000 m³/a en conditions actuelles et sera de 19 000 m³/a en conditions futures, ce qui est de l'ordre de 20 000 ± 1 000 m³/a. C'est ce chiffre qui a été comparé aux 4 500 000 m³ livrés par un glissement survenu au printemps 1980 à environ 4 km à l'est de la pointe à Aisley ainsi qu'à la moyenne annuelle de 80 000 m³ qui seraient fournies par ces falaises.

Charge sableuse de la Romaine

La charge sableuse de la Romaine transite par le secteur ouest de la zone de l'embouchure dans sa progression vers le delta d'accumulation, qui est situé entre l'île de la Grosse Romaine et la caye à Cochons (voir la carte 22-6 de l'étude d'impact). Au fil de leur progression vers le delta, les sables s'accumulent d'abord sur le talus deltaïque, puis s'éboulent dans la vallée profonde qui est bordée par le front de cuestas. Les sédiments sableux sont alors piégés dans cette vallée (voir les réponses aux questions CA-72, CA-108b et CA-108h).

Les cartes fournies par le ministère de la Sécurité publique du Québec indiquent que les processus d'érosion des rives du littoral côtier de ces secteurs sont les vagues et la

marée. Une portion de falaise a subi un glissement rotationnel (voir la page 22-22 de l'étude d'impact). L'étude de ce glissement montre que les matériaux de ces falaises sont constitués de 90 % d'argile, le reste consistant en des sables et de la matière organique en provenance des tourbières sommitales (Desrosiers et coll., 1984). Des quelque 80 000 m³/a de matériaux érodés par l'action des vagues, des éboulements et des glissements de terrain (voir la réponse à la question CA-72a), les sables représenteraient un volume d'environ 7 000 m³/a. La contribution en sable résultant de l'érosion de ces falaises argileuses est du même ordre de grandeur que celle de la rivière Romaine en conditions actuelles ou futures.

Les sables de la portion ouest de la falaise sont en transit, comme en témoigne la présence de rides et de mégarides dans le passage situé entre le littoral et l'île de la Petite Romaine (Desrosiers et coll., 1984). Les sédiments grossiers s'étalent au large à la limite de la zone infralittorale, soulignant la direction générale des courants résiduels.

Les processus d'érosion des segments côtiers limitrophes sont sans lien avec le débit de la rivière Romaine et les modifications prévues du régime hydrologique de la rivière n'y changeront rien.

Effet de la diminution de la charge sableuse sur les communautés benthiques et les bancs de zostère

Lors des inventaires de 2004, les densités de myes communes les plus élevées se situaient entre les îles de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine, dans le secteur de la pointe Paradis et aux environs du haut-fond situé entre la pointe Paradis et l'île de la Grosse Romaine (voir la page 29-10 et la carte 29-1 de l'étude d'impact). C'est entre les îles de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine et dans la portion ouest de la baie Pakuauashau que sont situés les bancs de zostère marine (voir la carte 29-1).

Le secteur est de la zone de l'embouchure, où sont situés les bancs de zostère et les plus fortes densités de myes communes, ne sont pas influencés par le débit de la rivière Romaine ni par ses apports et ne l'est que peu par son panache (voir également les réponses aux questions CA-71 et CA-78).

On ne prévoit pas de modification des communautés benthiques et des zostérais par suite de la diminution de la charge sableuse de la rivière Romaine.

Référence

Desrosiers, G., J.-C.F. Brêthes et B.F. Long. 1984. « L'effet d'un glissement de terrain sur une communauté benthique médiolittorale du nord du golfe du Saint-Laurent ». *Oceanologica Acta*, vol. 7, p. 251-258.

■ CA-74

Références : ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)

Le promoteur indique (Hydro-Québec 2007, page 22-16) que : « Durant la pointe hivernale (débit de plus de 420 m³/s), l'eau s'écoulera de la Fausse Chute et du frasil y sera produit. » L'impact d'un écoulement d'eau douce sur un couvert de glace déjà en place n'est pas documenté et très peu d'information existe à ce sujet. Le MPO a des préoccupations quant à la possibilité que cet écoulement provoque la déstructuration du couvert de glace et la disparition momentanée du pied de glace ce qui pourrait entraîner une augmentation de l'érosion côtière dans le secteur proximal et ainsi une modification ou une disparition d'habitats côtiers dans le secteur.

De plus, le promoteur se base sur deux années de suivi sur le terrain (hiver 2004-2005 et 2005-2006) et des images Landsat pour documenter le rôle du pied de glace. Puisque le pied de glace joue un rôle de protection des côtes et par la même occasion de protection des habitats côtiers (p. ex. : frayères à capelan et zostérites), une disparition prématurée du pied de glace pourrait entraîner par exemple l'arrachement de plants de zostères dans le secteur.

Le promoteur devra :

- a) Documenter les effets d'un écoulement hivernal par la Fausse Chute (>385m³/s) sur le pied de glace de haut estran en tenant compte notamment de la gestion journalière prévue des ouvrages.
- b) Bonifier les connaissances liées au pied de glace en effectuant une autre campagne de terrain qui mettrait l'accent sur la mise en place du pied de glace, sur la période glacielle ainsi que sur la disparition de celui-ci au printemps.

Réponse

a) Effets de l'écoulement par la Fausse Chute sur le pied de glace

Régime de débits hivernaux

L'exploitation du complexe de la Romaine entraînera une augmentation du débit à l'embouchure de la rivière durant les mois de décembre à avril. Entre le 15 décembre et le 15 mars, le débit hebdomadaire de la centrale de la Romaine-1 se situera plus de 98 % du temps à un débit inférieur à 385 m³/s, d'après les simulations de l'exploitation du complexe. Puisque l'eau cesse de s'écouler par la Fausse Chute dès que le débit devient inférieur à 385 m³/s, les conditions d'écoulement dans le chenal de l'embouchure, qui naît au pied de la Fausse Chute, ne seront pas modifiées.

Les rares épisodes pour lesquels le débit hebdomadaire dépassera 385 m³/s seront provoqués par des crues pluviales survenant au début de la période hivernale, alors que les réservoirs sont remplis en prévision de l'hiver à venir. Des crues pluviales se sont déjà produites dans la séquence de 47 années de données journalières. Il s'ensuit que l'écoulement d'un petit débit par la Fausse Chute en période de crue hivernale se reproduira dans l'avenir. Ces crues pluviales en hiver se produisent quand la température extérieure dépasse 0 °C ; elles ne produiront donc pas de frasil dans les rapides de l'embouchure.

Néanmoins, afin de répondre aux besoins d'énergie accrus par grand froid, il pourra arriver que le débit à l'embouchure dépasse 400 m³/s pendant deux à trois jours consécutifs, à une ou deux reprises au cours de l'hiver. Après répartition de l'écoulement dans la chute de l'Auberge et la Fausse Chute, on estime qu'un débit de l'ordre de 20 m³/s s'écoulera alors par la Fausse Chute.

Couverture de glace et pied de glace

La glace près des rives se forme d'une façon statique en début d'hiver à partir du niveau de marée haute et épaissit avec le froid, jusqu'à ce qu'elle s'appuie sur le fond. Sa surface est lisse et elle est circonscrite par une fissure de marée. Une deuxième fissure, parallèle à la première, permet à la couverture de glace plus au large de suivre les mouvements ascendant et descendant de la marée sans se déformer. Le médaillon de la carte 22-2 de l'étude d'impact situe les fissures de glace, tandis que la carte illustre les types de glace rencontrés dans la zone de l'embouchure.

La marée ne soulève pas la glace appuyée sur les rives, ou pied de glace, car cette glace est soudée au substrat. Ce constat provient de plusieurs sondages effectués en mars 2005 et en mars 2006. La glace s'appuie également sur le substrat dans les secteurs peu profonds de l'embouchure (glace de type 5 sur la carte 22-2 de l'étude d'impact), et des charnières (ou fissures) se forment le long des chenaux d'écoulement. Le débit de marée et le débit d'eau douce s'écoulent donc presque exclusivement par les chenaux puisque ailleurs la glace s'appuie sur le substrat.

Le débit d'eau douce accru en période hivernale qui atteint l'embouchure par la chute de l'Auberge et, en de très rares occasions, par la Fausse Chute continuera de s'écouler par les chenaux. Comme en conditions actuelles, il ne s'étendra pas jusqu'aux rives et n'influera aucunement sur la glace se formant sur les rives et dans les secteurs peu profonds de l'embouchure. Cette glace continuera donc de protéger les rives.

b) Nouvelle campagne de terrain en hiver

Hydro-Québec est d'avis que la compréhension de l'englacement, de la croissance et du dégel dans la zone de l'embouchure est suffisante pour évaluer les impacts du projet sur les habitats. Puisque ces aspects sont bien documentés dans les rapports

sectoriels de Therrien (2006) et de Lorrain et coll. (2006), il ne paraît pas nécessaire d'effectuer une autre campagne de terrain.

Références

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

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

2. Habitat côtier

■ CA-75

Références : Lorrain, S., J. Gingras, et C. Morin. 2006. *Complexe de la Romaine, Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure, Océanographie physique. Rapport produit par Environnement Illimité inc. pour Hydro-Québec. 157 pages et annexes*
ÉI, volume 2 (milieu hydrique), section 22 (océanographie physique)
ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie), section 34 (pêches commerciales)

Selon le rapport de Lorrain et coll. (2006), la partie exondée de la zone de l'embouchure de la Romaine à marée basse correspond à 30 % de ce milieu d'eau peu profonde, alors que l'ÉI (Hydro-Québec 2007, page 22-1) indique que « La large baie (14 km²) qui reçoit les eaux de la rivière Romaine et de la rivière Lechasseur est un milieu peu profond, qui se découvre sur plus de 25 % de sa superficie à marée basse ».

Étant donné que cette zone est utilisée pour la pêche de la mye commune (volume 5 Hydro-Québec 2007a, page 34-6), le promoteur devra clarifier cette différence et préciser la superficie exondée en fournissant les données appuyant cette précision.

Réponse

Le tableau CA-75-1 précise les données ayant servi à établir la superficie de la zone de l'embouchure de la Romaine dans l'étude d'impact et dans le rapport de Lorrain et coll. (2006).

Tableau CA-75-1 : Comparaison des données concernant la superficie de la zone de l'embouchure de la Romaine

Donnée	Carte 22-1 de l'étude d'impact	Carte 3.1.3 de Lorrain et coll., 2006
Niveau (géodésique) de marée haute (m)	1	1,15
Niveau (géodésique) de marée basse (m)	-0,5	-0,6
Superficie à marée haute (m ²)	14,1 x 10 ⁶	14,0 x 10 ⁶
Superficie à marée basse (m ²)	10,5 x 10 ⁶	9,6 x 10 ⁶
Écart de superficie (m ²)	3,6 x 10 ⁶	4,6 x 10 ⁶
Écart de superficie (%)	25,53	32,85

Les niveaux de haute mer et de basse mer utilisés dans l'étude d'impact correspondent respectivement au 95^e et au 5^e percentile de la distribution cumulative des niveaux d'eau (géodésique) observés à la station EROM0721 de 2001 à 2005 (voir la figure 22-1 de l'étude d'impact). Ces percentiles représentent les niveaux moyens de marée haute et de marée basse.

Les niveaux utilisés dans le rapport de Lorrain et coll. (2006) sont les maximums et les minimums observés durant la saison 2004, au moment où les activités de terrain étaient plus nombreuses. On avait choisi ces valeurs pour déterminer la superficie découvrante maximale.

Les niveaux utilisés dans l'étude d'impact sont plus représentatifs des conditions généralement observées.

Référence

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

3. Poisson

■ CA-76

Références : ÉI, volume 4 (milieu biologique), section 29 (océanographie biologique)

Dubois, J.-M. M., Bernatchez, P., Bouchard, J.-D., Daigneault, B., Cayer, D., Dugas, S. 2005. Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p., annexes.

ÉI, volume 2 (milieu physique), section 22 (océanographie physique)

L'étude d'impact indique (page 29-17) que :

- « La réduction des apports en eau douce, un printemps sur deux, pourrait permettre au capelan, qui fraie actuellement à la pointe Paradis et du côté ouest de la Grosse Romaine, d'élargir ses aires de fraie, mais cela est peu probable. »
- « La dominance des conditions marines, la présence des bancs de sable et l'exposition du site à la houle continueront d'offrir des conditions de fraie intéressantes pour cette espèce. »
- « Le projet n'entraînera pas d'impact sur cette composante, car les aires de fraie ne sont pas limitantes pour le capelan sur la Côte-Nord, et il est peu probable que les améliorations, très localisées, influent sur l'espèce ou sur les populations régionales. »

Le MPO est en désaccord avec ces affirmations. D'une part, les conditions naturelles et la présence de deux frayères confirmées démontrent que les conditions naturelles sont propices à la fraie. De plus, il n'est pas inhabituel d'observer des aires de fraie à proximité de cours d'eau douce. Par ailleurs, la modification de la salinité à elle seule ne permet pas d'affirmer que les aires de fraie pourraient être élargies. D'autres facteurs, notamment la superficie de la plage disponible, est à considérer pour l'habitat de fraie du capelan. Il est ainsi inapproprié de parler d'amélioration de condition en ne considérant que la modification de la salinité.

D'autre part, la disponibilité d'autre frayère sur la Côte-Nord ne diminue en rien l'impact potentiel sur les frayères du secteur à l'étude et leur contribution dans la productivité biologique locale. Il est également à noter que le littoral de la Côte-Nord est menacé par l'érosion des berges (Dubois et coll., 2005) et que des frayères sont ainsi détruites de façon naturelle. La protection de ces habitats n'est donc pas à négliger.

Un impact potentiel du projet sur les frayères à capelan est la modification du substrat de fraie ou la perte d'aires de fraie par la diminution ou la perte d'apport de sédiments qui composent celles-ci. À cet effet, on note que les deux aires de fraie identifiées à la carte de 29-1 de l'ÉI sont influencées par le courant provenant de la rivière Romaine, l'une par le chenal central (chenal principal) et l'autre par le chenal de l'ouest.

La carte 22-5 de l'ÉI indique également que ces deux zones de fraies se situent respectivement dans la zone d'influence tidale (dominance tidale) pour la frayère de la pointe Paradis et dans la zone d'influence des vagues (dominance des vagues) pour la frayère de la plage ouest de l'île La Grosse Romaine. Ces données semblent en contradiction avec les informations fournies dans l'ÉI (page 22-8) à l'effet que : « La zone de l'embouchure est protégée de l'action de la houle par la présence des îles de la Grosse Romaine et de la petite Romaine et par l'arc que constituent les rochers de Granite et les autres îlots entre la pointe Paradis et la pointe à Aisley ».

Le MPO juge qu'il est nécessaire de connaître les sources sédimentaires qui alimentent les deux frayères dans la zone d'étude. Il est probable que les sédiments de la rivière Romaine et les courants en conditions naturelles contribuent à la composition de la plage à l'ouest de la Grosse Romaine, et que le courant du chenal de l'ouest, qui longe la côte, alimente celle située sur la pointe Paradis.

Le promoteur devra :

- a)** Évaluer l'impact de la modification du régime hydrologique annuel sur les frayères à capelan en tenant compte du régime de tous les courants fluviaux et marins (rapport de force de courant) ainsi que de tous les apports sédimentaires qui contribuent à alimenter les frayères en sédiments pour les unités hydrosédimentaires principales (pointe aux Morts à la rivière Romaine et de la rivière Romaine à la rivière Mingan) influencées par la rivière Romaine, la rivière Lechasseur et la rivière Mingan.
- b)** Indiquer la composition et la provenance des sédiments qui sont actuellement retrouvés dans les deux frayères.
- c)** Fournir les données de vents utilisées pour donner les estimations de la houle, indiquer leur représentativité par rapport aux conditions moyennes et extrêmes actuelles (actualiser celles-ci au besoin) et fournir une cartographie de la houle.
- d)** Établir l'influence relative de la houle et des courants de marée sur le transport sédimentaire du delta en lien avec les modifications du régime des débits fluviaux prévus.
- e)** Indiquer les effets de réfraction et de diffraction de la houle sur les îles et les îlots à l'embouchure de la rivière Romaine en lien notamment avec les frayères à capelans.
- f)** Indiquer l'impact des tempêtes ainsi que des événements de surcote en lien avec les modifications du régime des débits fluviaux prévus.

Réponse

a) Modification hydrologique de la Romaine sur les frayères à capelan

Hydro-Québec estime que son évaluation des impacts de la modification du régime hydrologique de la Romaine sur les deux frayères à capelan observées dans la zone de l'embouchure satisfait aux exigences de la directive :

- La description du milieu physique et les modifications associées au nouveau régime hydrologique de la Romaine ont été traitées pour les quatre saisons, selon le cycle hydrologique actuel et futur.
- Les rapports de force entre les courants de marée et les courants fluviaux sont traités aux pages 22-7 et 22-8 de l'étude d'impact. Pour plus de détails sur les courants dans la zone de l'embouchure, voir la section 4.3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2006) ainsi que la figure 4.3.1 de ce même rapport, qui présentent la répartition de la direction du courant en fonction de la vitesse aux cinq stations de mesure en fonction de trois tranches de débits fluviaux : plus de 500 m³/s, de 200 à 500 m³/s et moins de 200 m³/s.
- Un effort très important a été fourni en vue de bien établir les apports sédimentaires de la rivière Romaine. Non seulement on a mesuré les apports de matières en suspension au PK 3,8, mais on a aussi mesuré directement la charge sédimentaire de fond, et ce, pour deux années. Hydro-Québec n'a pas réalisé de bilan sédimentaire de l'ensemble des apports des côtes adjacentes à la rivière Romaine ou des rivières Lechasseur et Mingan, puisque ces apports ne sont aucunement liés au débit de la Romaine ou à ses modifications. L'impact sur les deux frayères à capelan demeure nul.

b) Composition et provenance des sédiments des frayères à capelan

La frayère à capelan située sur le flanc ouest de l'île de la Grosse Romaine, d'une superficie de 85,33 m², est constituée de sable moyen (diamètre de 0,25 mm à 0,5 mm), comme l'indique la carte 4.1.3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2005). La frayère située sur le flanc ouest de la pointe Paradis (51,35 m²) serait constituée de sable grossier (de 0,5 mm à 2 mm), en prolongation de l'unité sédimentaire observée à proximité (Lorrain et coll., 2005). La nature du substrat et la dynamique sédimentaire de la zone de l'embouchure ont fait l'objet d'une thèse de maîtrise (Laroche, 1983, cité dans Lorrain et coll., 2005) au début des années 1980, mais les unités sédimentaires ont été mises à jour lors d'un échantillonnage ponctuel en 2004.

La portion ouest de la zone de l'embouchure constitue une zone de transit sédimentaire (voir la page 22-10 de l'étude d'impact). Les sables proviennent en partie des apports de la Romaine. Le rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2005) présente une explication complète des effets combinés des courants de marée, des courants fluviaux et de la houle sur la frange externe de la portion ouest de

l'embouchure de la Romaine. Enfin, ce même rapport décrit le contexte géologique et géosédimentologique du delta de la Romaine et présente les résultats des levés sismiques et des mesures de charge de fond et du bilan sédimentaire.

c) Données de vent pour les estimations de houle

Dans le cadre de son étude d'impact, Hydro-Québec n'a pas fait d'analyse des vents pour estimer la houle dans le chenal de Mingan. Comme on l'indique à la page M10-6 de l'étude d'impact, les analyses proviennent des publications de Ross et Long (1989), de Long et coll. (1986) et d'Entraco (1991). Ces ouvrages sont résumés dans le document de Lorrain et coll. (2006).

On peut souligner, par ailleurs, que les modifications du régime hydrologique de la Romaine n'ont pas d'effet sur la houle.

d) Influence relative de la houle et des courants sur le transport sédimentaire

La houle a un effet sur le remaniement des sédiments qui sont charriés vers le chenal de Mingan sous l'effet de la dominance des courants de jusant sur les courants de flot.

Les modifications les plus importantes du régime hydrologique de la Romaine surviennent au printemps et en hiver.

Les modifications de la fréquence des débits de plus de 500 m³/s à l'embouchure sont décrites à la page 22-15 de l'étude d'impact. La seule zone qui puisse être touchée par les changements de débit printanier est le chenal central, qui constitue l'unique voie du transit sédimentaire (voir la page 22-19). Les sables progresseront vers le chenal de Mingan, comme en conditions actuelles. Les effets de la houle demeureront semblables à ce qu'ils sont en conditions actuelles.

En hiver, le turbinage dépendra des réserves, mais 75 % du temps on n'utilisera qu'un seul groupe à la puissance nominale ; le débit à l'embouchure sera de l'ordre de 200 m³/s, alors qu'il est inférieur à 100 m³/s en conditions actuelles (voir le chapitre 16 de l'étude d'impact ou le résumé des apports à l'embouchure aux pages 22-15 et 22-16). À la marge de la zone de l'embouchure, les glaces proviennent du golfe du Saint-Laurent ; ce sont des glaces dérivantes (voir la carte 22-2 de l'étude d'impact). Poussées par les vents dominants, les glaces du large s'empilent de l'ouest vers l'est sur le bord frontal établi entre l'île de la Grosse Romaine, les rochers de Granite, les écueils et la pointe Paradis. La couverture de glace dans ce secteur de la zone de l'embouchure est donc très variable d'un hiver à l'autre. L'augmentation des débits en hiver ne modifiera pas ce processus et l'effet de la houle en absence de glace sera le même qu'en conditions actuelles.

En été et en automne, les débits journaliers à l'embouchure de la Romaine oscilleront entre 200 et 300 m³/s, comme en conditions actuelles. Les effets de la houle continueront de se faire sentir pareillement.

e) Effets de réfraction et de diffraction de la houle

Les effets de réfraction et de diffraction de la houle sur les îles et les îlots de la zone de l'embouchure de la Romaine ne sont pas modifiés par le projet.

f) Effets des tempêtes et des événements de surcote

Les tempêtes et les effets de surcote qui en découlent n'ont aucun lien avec les modifications du régime hydrologique de la rivière Romaine. Ce sont des événements qui se produisent dans l'ensemble du golfe du Saint-Laurent. C'est la raison pour laquelle Hydro-Québec n'a pas abordé cet aspect dans son étude d'impact. Le Consortium Ouranos étudie ces phénomènes pour le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent dans le contexte des impacts des changements climatiques sur l'érosion côtière (voir leur site Web).

Références

- Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.
- Lorrain, S., J. Gingras et C. Morin. 2006. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Océanographie physique.* Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 157 p. et ann.

■ CA-77

Références : ÉI, volume 2 (milieu physique), section 22 (océanographie physique)

La production de frasil à l'embouchure de la rivière semble varier d'un hiver à l'autre. Le promoteur (page 22-16) indique également que : « Durant la pointe hivernale (débit de plus de 420 m³/s), l'eau s'écoulera de la Fausse Chute et du frasil y sera produit. »

Étant donné que les fosses peuvent être utilisées comme habitat refuge par certaines espèces de poissons en période hivernale (p. ex. : éperlan arc-en-ciel), que la mise en service des ouvrages fera en sorte que le chenal est (secteur de la Fausse Chute) sera dorénavant plus sollicité en période hivernale et que la production de frasil pourrait avoir des impacts sur ces habitats, le promoteur devra :

- a) Indiquer l'état des connaissances en ce qui a trait à l'utilisation par le poisson des fosses situées au pied de la Fausse Chute et de la Chute de l'Auberge.
- b) Évaluer l'impact de la formation de frasil (p. ex. : fréquence, quantité) suite à la mise en service des ouvrages quant à disponibilité d'habitat d'hivernage pour le poisson en indiquant les conditions physiques de l'habitat, notamment la température.

Réponse

a) État des connaissances de l'utilisation des fosses par le poisson

Des pêches au filet multifilament expérimental ont été effectuées dans les fosses de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute les 28 et 29 septembre 2004. Le tableau CA-77-1 donne les caractéristiques des stations d'échantillonnage et le tableau CA-77-2, les résultats des pêches.

Tableau CA-77-1 : Caractéristiques des stations échantillonnées dans les fosses de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute – Septembre 2004

Lieu	Station	Substrat	Profondeur maximale (m)	Profondeur moyenne (m)	Vitesse d'écoulement
Chute de l'Auberge	F33	Blocs et sable	18	13	Lente à nulle
Chute de l'Auberge	F34	Blocs et sable	18	13	Lente à nulle
Chute de l'Auberge	F35	Blocs et gravier	29	26	Modérée
Fausse Chute	F29	Sable et blocs	12	9	Lente à nulle
Fausse Chute	F30	Sable et blocs	12	10	Lente à nulle

Source : Tableau 3.2 de l'annexe 3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll., 2006.

Tableau CA-77-2 : Résultats des pêches au filet multifilament expérimental dans les fosses de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute – 28 et 29 septembre 2004

Lieu	Station	Nombre de filets-nuits	Espèce capturée	Nombre de captures
Chute de l'Auberge	F33	1	Poulamon atlantique	1
			Hareng atlantique	2
Chute de l'Auberge	F34	2	Poulamon atlantique	5
			Hareng atlantique	1
Chute de l'Auberge	F35	1	Poulamon atlantique	4
			Omble de fontaine	1
			Hareng atlantique	2
			Éperlan arc-en-ciel	8
Fausse Chute	F29	2	Hareng atlantique	3
			Poulamon atlantique	2
Fausse Chute	F30	2	Poulamon atlantique	2
			Hareng atlantique	7
			Omble de fontaine	2
			Éperlan arc-en-ciel	2

Source : Tableaux 3.4 et 3.5 de l'annexe 3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll., 2006.

En septembre 2004, les fosses étaient utilisées par quatre espèces. Pour un effort de pêche total de 8 filets-nuits, les pêches ont rapporté 15 harengs atlantiques, 14 poulamons atlantiques, 10 éperlans arc-en-ciel et 3 ombles de fontaine.

Il n'y a pas eu de pêche en hiver dans les fosses. Cependant, des profils de température et de salinité ont été effectués sur toute la colonne d'eau dans les deux fosses en mars 2005. Le milieu est fortement stratifié. Les conditions de l'habitat sont traitées ci-dessous.

b) Formation de frasil dans les fosses et habitat d'hivernage

Formation de frasil dans les fosses

Les relevés de terrain ont mis en évidence une dune de frasil dans la fosse de la chute de l'Auberge en mars 2006. Dans la fosse au pied de la Fausse Chute, il n'y avait pas de frasil parce qu'il n'y a pas d'écoulement en hiver dans cette chute. Il n'y avait pas de frasil aux points de sondage de la zone de l'embouchure de la Romaine en mars 2005.

En conditions futures, le rapide à Brillant et l'éclaircie entre ce rapide et la chute de l'Auberge produiront plus de frasil, puisque les débits hivernaux seront plus élevés.

La fosse sera agrandie sous l'effet érosif de volumes de frasil plus grands au cours des hivers très rigoureux. Le gain de volume de la fosse sera difficilement perceptible parce que l'état d'équilibre futur peut mettre plusieurs décennies avant d'être atteint. Dans la fosse de la Fausse Chute, la production accrue de frasil est peu probable et cette dernière conservera le même volume.

Conditions physiques dans les fosses et utilisation par le poisson

Dans la fosse de la chute de l'Auberge, la colonne d'eau est fortement stratifiée : eau douce à saumâtre sur les 10 premiers mètres et eau salée (de 27 à 28,5 psu) de 10 à 25 m. C'est sous l'halocline que la température de l'eau est minimale. Dans la fosse de la Fausse Chute, moins profonde, la couche de surface n'a que 2 m d'épaisseur et la salinité atteint 29 psu à 8 m. Les différences dans la structure verticale de la salinité montrent qu'il n'y a pas de connexion entre les deux fosses.

La température de l'eau a mis en évidence une couche intermédiaire froide entre 11 et 14 m dans la fosse de la chute de l'Auberge et entre 2 et 6 m dans la fosse de la Fausse Chute. C'est en vive-eau que l'halocline dans la fosse de la chute de l'Auberge est la plus près de la surface et que les profils de température sont en forme de S. On interprète ces résultats par un apport d'eau salée plus froide (sous -1 °C) provenant du chenal de Mingan qui se mélange avec la couche de surface de la fosse pour développer la couche intermédiaire. Le réchauffement de la couche sous-jacente serait attribuable à son vieillissement et à la conduction de la chaleur provenant des parois de la fosse (Lorrain et coll., 2006).

Des observations à la caméra vidéo dans la fosse de la chute de l'Auberge ont mis en évidence la présence de débris végétaux mais l'absence d'une accumulation de sédiments fins. On y a observé des chætonathes, invertébrés marins planctophages.

En conditions futures, l'apport d'eau salée dans les fosses n'aura vraisemblablement lieu que durant la plus grande vive-eau mensuelle, alors qu'actuellement cela se produit durant les deux vives-eaux. On observera une dilution graduelle de l'eau salée par diffusion, en particulier dans la fosse de la chute de l'Auberge (voir la page 22-18 de l'étude d'impact). On devrait y trouver, comme en conditions actuelles, des espèces marines.

Référence

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

4. Communauté benthique

■ CA-78

Références : n/a

L'ÉI fait état de remaniements annuels de l'habitat à l'embouchure de la rivière. Il n'y a cependant pas d'information étayant cette conclusion.

Le promoteur devra bonifier l'argumentaire lié au remaniement annuel des sédiments et évaluer son impact sur les bancs coquilliers en fournissant notamment les données utilisées à ce sujet.

Réponse

Données sur le remaniement des sédiments

L'étude d'impact cite une étude sur l'évolution mensuelle des peuplements benthiques réalisée entre juin et septembre 1982 (Desrosiers et coll., 1983) qui a amené à conclure à un lessivage périodique des sédiments et à une dessalure de la portion ouest de l'embouchure de la Romaine. Les cartes de la densité, de la richesse spécifique et de l'indice de diversité Shannon-Weaver produites dans le cadre de l'échantillonnage de 1982 sont reproduites à la figure 4.9 du rapport sectoriel d'Environnement Illimité (2002). L'échantillonnage des sédiments a été effectué au moyen d'une benne de type Van Veen de 1/16 m² à une profondeur de 5 à 10 cm.

L'étude d'impact (voir la page 22-11) fait état de la stabilité de la zone de l'embouchure à l'échelle décennale. Ce constat est fondé sur l'examen de photographies aériennes prises de 1948 à 2004. La position actuelle de l'embouchure de la Romaine ainsi que ses structures morphologiques et sédimentaires récentes datent de quelques centaines d'années, ou de quelques milliers d'années tout au plus. Les chenaux pérennes se sont creusés dans les sédiments anciens, qui épousent la forme du substratum rocheux. On trouvera plus de détails à la section 4.1.2 de Lorrain et coll. (2005).

Les sédiments récents du secteur ouest de la zone de l'embouchure proviennent de la rivière Romaine. La charge sableuse est estimée à 6 000 m³/a (9 200 t/a). Ces sables transitent par les chenaux du secteur ouest de la zone de l'embouchure dans leur progression vers le delta d'accumulation situé entre l'île de la Grosse Romaine et la caye à Cochons (voir la carte 22-6 de l'étude d'impact). Les mesures des vitesses d'écoulement et de la charge de fond dans la zone de l'embouchure montrent que le transport le plus important survient durant la crue printanière, au jusan. Les sédiments superficiels sont transportés dans les chenaux. Ensuite, ils sont remodelés ou remaniés par les courants, qui sont dominés par la marée à des débits fluviaux

inférieurs à 500 m³/s, et par les vagues. La présence de rides et de petites dunes de sable ainsi que leur orientation témoignent d'un remaniement journalier et semi-mensuel au gré des courants de marée.

Les données de 2001 sur les courants sont résumées dans l'étude d'impact (voir les pages 22-7 et 22-8). Dans le chenal central, des vitesses maximales de 2 m/s ont été mesurées à 1 m du fond sous un débit de 900 m³/s (Lorrain et coll., 2006). À ces vitesses, les sables et les graviers sont mis en mouvement par transport de fond (voir la figure 4.1.1 de Lorrain et coll., 2005).

Impacts du remaniement des sédiments sur les bancs coquilliers

L'échantillonnage de la mye commune a été fait en 2004, en complément de l'étude des peuplements benthiques de 1982 (voir la méthode 17 dans l'étude d'impact). Les sédiments et les organismes ont été récoltés dans les premiers 30 cm de profondeur. La carte 29-1 de l'étude d'impact montre le nombre de myes communes par quadrat de 0,25 m² pour six classes d'abondance. Il n'y avait aucune mye dans 18 des 31 stations situées au nord d'une ligne passant par la pointe Paradis, les rochers de Granite et la pointe à Aisley. Parmi les stations qui contenaient des myes, huit sont situées sur des dépôts de limon ou de sable fin à proximité de la baie Paradis tandis que les cinq autres sont associées aux dépôts limoneux de la baie Aisley ou au chenal est de la zone de l'embouchure (pour la nature du substrat, voir la carte 4.1.3 de Lorrain et coll., 2005). Cette distribution concorde avec les observations de Desrosiers et coll. (1983) pour la même espèce et témoigne de l'instabilité de l'habitat dans ce secteur.

En ce qui concerne les communautés benthiques, y compris la mye commune, on prévoit que l'absence de crue soutenue un printemps sur deux aura un impact positif d'importance moyenne, en raison de sa faible intensité (voir la section 29.2.1 de l'étude d'impact). Cet effet se fera sentir dans la portion ouest de la zone de l'embouchure, où se produisent le transit sédimentaire et la dessalure en conditions actuelles.

Références

- Desrosiers, G., J.-C. Brêthes et B. Bourgoin. 1983. *Étude spatio-temporelle des peuplements benthiques du delta de la rivière Romaine (Moyenne Côte-Nord) Québec*. Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Département d'océanographie. 101 p.
- Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-I. Description du milieu : océanographie physique et biologique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.
- Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité inc. 132 p. et ann.

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

■ CA-79

Références : *ÉI, volume 2 (milieu physique), section 22 (océanographie physique)*

Selon, le MPO, la structure des communautés benthiques pourrait notamment être modifiée par des changements potentiels au niveau des sédiments.

L'ÉI (pages 22-13 et 22-19) mentionne à ce sujet :

- « Le courant sera alors plus lent dans la zone de l'embouchure, ce qui provoquera un ralentissement du transit sédimentaire, déjà diminué par la baisse de la charge à l'embouchure. La seule zone qui puisse être touchée par ces changements est le chenal central, qui constitue l'unique voie du transit sédimentaire. »
- « Les conditions d'écoulement dans la zone de l'embouchure ne favoriseront pas une accumulation plus importante, et les sédiments fins continueront d'être évacués vers le chenal de Mingan. L'accumulation de sédiments fins dans les baies en bordure continentale et sur quelques platiers à l'abri de certains îlots ne sera pas modifiée. »
- « Ces modifications se manifesteront surtout dans le chenal central, alors qu'on prévoit peu de changements dans les chenaux est et ouest. »

Selon le promoteur, le débit du chenal est devrait être réduit de façon significative (page 22-15 et figure 22-3). On peut donc penser que les sédiments dans cette région vont aussi être modifiés en raison de la diminution de l'action de lessivage des écoulements printaniers, peut-être avec une augmentation de la quantité de matière organique, des limons et d'autres petits sédiments. Une telle modification pourrait engendrer des changements dans le type des communautés présentes dans cette région.

Le promoteur devra détailler les modifications possibles de la structure des communautés occasionnées par la réalisation du projet.

Réponse

Modifications de la structure des communautés benthiques

La réponse à la question CA-78 aborde les effets du remaniement des sédiments superficiels sur les communautés benthiques de la portion ouest de la zone de l'embouchure. Nous n'abordons ici que les modifications de la structure des communautés benthiques. Cette discussion s'appuie sur l'étude de l'évolution mensuelle des peuplements benthiques (de juin à septembre) réalisée en 1982 par

Desrosiers et coll. (1983) et partiellement reprise dans le rapport sectoriel d'Environnement Illimité (2002).

En l'absence d'une crue soutenue un printemps sur deux, la structure de la communauté benthique du secteur ouest de la zone de l'embouchure s'apparentera à celle du secteur est, dont l'évolution mensuelle est peu influencée par le débit de la rivière, sauf au nord des rochers de Granite.

La recolonisation de la zone de l'embouchure après le passage d'une crue printanière soutenue commence par l'apparition d'espèces pionnières de deuxième ordre, comme l'amphipode *Gammarus lawrencianus* et le polychète *Pygospio elegans*, auxquelles peuvent s'ajouter des espèces eurythermes et euryhalines comme les bivalves *Macoma balthica* et *Mya arenaria* ainsi que le polychète *Nereis virens*. Viennent ensuite les espèces des peuplements typiques des sables fins terrigènes, telles que le poisson *Ammodytes americanus* et les amphipodes *Phoxocephalus holbolli* et *Onesimus litoralis*. Le processus de recolonisation se fait principalement par les chenaux, grâce à l'intrusion saline. Lorsque le débit de la rivière diminue, les battures sont recouvertes périodiquement par de l'eau marine, ce qui permet l'installation des espèces euryhalines.

Par suite de la modification du débit printanier, les peuplements benthiques seront plus diversifiés et afficheront des densités plus élevées qu'en conditions actuelles, surtout dans le secteur ouest de la zone de l'embouchure. À l'est, la diminution du panache printanier devrait également favoriser des peuplements plus matures.

Références

- Desrosiers, G., J.-C. Brêthes et B. Bourgoïn. 1983. *Étude spatio-temporelle des peuplements benthiques du delta de la rivière Romaine (Moyenne Côte-Nord) Québec*. Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Département d'océanographie. 101 p.
- Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-I. Description du milieu : océanographie physique et biologique (été-automne 2001)*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement illimité. 88 p. et ann.

5. Herbiers de zostères

■ CA-80

Références : ÉI, volume 2 (milieu physique), section 22 (océanographie physique)

Bernard, G., P. Bonhomme, C. Boudouresque. 2005. Recovery of the seagrass *Zostera marina* in a disturbed Mediterranean lagoon. *Hydrobiologia* 539 : 157-161

van Katwijk, M.M., D.C.R. Hermus, D.J. de Jong, R.M. Asmus & V.N. de Jonge. 2000. Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina*. *Helgol Mar Res* 54 : 117-128.

van Katwijk, M.M., G.H.W. Schmitz, A.P. Gasseling et P.H. van Avesaath. 1999. Effects of salinity and nutrient load and their interaction on *Zostera marina* beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 190 : 155-165.

Touchette, B.W., J.M. Burkholder et H.B. Jr Glasgow. 2003. Variations in eelgrass (*Zostera marina* L.) morphology and internal nutrient composition as influenced by increased temperature and water column nitrate. *Estuaries*. 26 : 142-155.

Den Hartog, C. 1970. *The seagrass of the world*. North Holland Publ. Co, Amsterdam : 275 p. + 63

Kamermans, P., M.A. Hemminga et D.J. de Jong. 1999. Significance of salinity and silicon levels for growth of a formerly estuarine eelgrass (*Zostera marina*) population (Lake Grevelingen, The Netherlands). *Mar. Biol.* 133 : 527-539.

Robertson, A.I. et K.H. Mann. 1984. Disturbance by ice and life-history adaptations of the sea-grass *Zostera marina*. *Mar. Biol.* 80 : 131-141.

Greve, T.M., J. Borum et O. Pederson. 2003. Meristematic oxygen variability in eelgrass (*Zostera marina*). *Limnol. Oceanogr.* 48 : 210-216.

Les herbiers de zostère sont des milieux de fortes productivités primaires et secondaires. De par leur nature, ils ralentissent le courant et favorisent la sédimentation de la matière organique et inorganique ainsi que la fixation des larves et du plancton. Ils représentent d'importantes zones d'alimentation, d'abris, de reproduction et de pouponnières pour différentes espèces de poissons fourragères. La dégradation ou la disparition de tels habitats pourrait avoir un impact sur la productivité primaire et sur la faune qui l'habite.

On constate qu'il y a peu de données provenant directement des herbiers de zostère. La carte 22-4 de l'ÉI indique par exemple que la salinité varie entre 10 et 30 psu entre mai et novembre sans préciser s'il s'agit de valeurs moyennes, minimum, ou maximum. Une augmentation des débits en hiver pourrait mener à une diminution de la salinité et une augmentation de la température, alors qu'une diminution des débits au printemps et à l'été pourrait mener à une diminution de la température et une augmentation de la salinité.

Le promoteur indique dans l'ÉI que, dans la partie est de l'embouchure, qui comprend les zosteraies, les conditions des masses d'eaux ne changeront pas significativement, que cette région est peu influencée par les débits d'eau douce, que

les conditions de salinité et le substrat ne seront pas modifiés à proximité des zosteraies, et que le couvert de glace ne changera pas à l'embouchure de la rivière.

On sait que naturellement la zostère est soumise à une gamme de changements autant à l'intérieur d'une journée (marée), d'un mois (vives-eaux et mortes-eaux) ou d'une année (hiver sous glace, crue printanière, été). Si on change le patron, la séquence et la fréquence de cette variabilité, il pourrait y avoir des conséquences pour la zostère. Des études ont montré un impact de barrages hydroélectriques sur les herbiers de zostère (dans certains cas une disparition) (Bernard et coll., 2005 ; van Katwijk et coll., 2000). Par conséquent, il convient donc d'aborder cette question avec prudence.

Variation de température et de salinité

Typiquement, la zostère marine croît dans des conditions estuariennes et tolère une gamme étendue de salinité (5 à 32 psu). Cependant, des températures et salinités trop élevées ($> 28^{\circ}\text{C}$ et > 26 psu respectivement) ou trop basses peuvent affecter sa croissance (van Katwijk et coll. 1999 ; Touchette et coll. 2003 ; Den Hartog, 1970, Kamermans et coll. 1999).

La croissance des tiges végétatives est optimale entre 10 et 15°C et la croissance des tiges reproductrices entre 15 et 20°C (Den Hartog, 1970). La salinité optimale pour la croissance est autour de 20°C . En outre, bien que la zostère soit tolérante à des variations importantes de salinité et température, une fréquence élevée de conditions aux extrêmes de la zone de tolérance peut se traduire par une diminution de la croissance et de la construction de ses réserves énergétiques. Ces réserves, que la plante emmagasine en période estivale, sont particulièrement importantes sous nos latitudes où le système foliaire est arraché annuellement par le va-et-vient des glaces hivernales et doit être reconstruit chaque année au printemps (Robertson et Mann, 1984). Cette réserve permet également à la plante de survivre pendant les longs hivers sous la glace. Enfin, à des salinités et températures élevées, la plante est plus sensible aux maladies (Greve et coll. 2003).

Qualité de l'eau

La clarté de l'eau est un facteur très important pour la croissance et la survie de la zostère. La photosynthèse dépend de la disponibilité de la lumière. En outre, des eaux troubles (p. ex. : sédiments en suspension) lui sont nuisibles. La modification des forces de courants peut avoir un impact sur l'érosion côtière, ce qui peut augmenter la turbidité et avoir un effet sur la photosynthèse. Ce phénomène a été observé par les autochtones à la Baie James suite au harnachement de La Grande Rivière. Également, selon le promoteur, l'eau sera légèrement plus colorée les deux premières années (acides humiques et fulviques). Il faudrait pouvoir évaluer cette coloration en fonction de son impact sur la zostère (durée, intensité, localisation, période de l'année).

Couvert de glace.

Le couvert de glace protège la zostère en hiver. Son instabilité (bris et mouvement de glaces) pourrait avoir un effet abrasif important sur la zostère.

Effets cumulatifs des divers stress.

Les effets cumulatifs de ces différents stress pourraient se traduire par une baisse de production et une baisse des réserves énergétiques de la plante mettant en péril sa capacité à survivre à l'hiver sous la glace s'ils sont rencontrés suite à la mise en opération du projet.

Le promoteur devra :

- a) Bonifier son analyse des impacts du projet (durée, intensité, localisation, période de l'année) sur les herbiers de zostères en considérant notamment le changement possible du couvert de glace et de la qualité de l'eau (salinité, turbidité, coloration de l'eau) en lien avec la gestion prévue des ouvrages (variation saisonnière et journalière).
- b) Préciser si les données de salinité retrouvées à la carte 22-4 sont des valeurs moyennes, minimales ou maximales.

Réponse

a) Impacts du projet sur la zostère marine

Mise en contexte

Hydro-Québec tient à apporter les précisions suivantes :

- La zostère marine est présente à l'embouchure de plusieurs grandes rivières de la Côte-Nord (Lemieux et Lalumière, 1995).
- Les herbiers présents à proximité de l'embouchure de la rivière aux Outardes et de la Manicouagan sont sujets aux variations de débit propres à un aménagement hydroélectrique.
- Un suivi de la zostère marine a été effectué de 1988 à 2000 sur la côte est de la baie James par la Société d'énergie de la Baie James et Hydro-Québec ; le rapport synthèse a été transmis au MPO (Lalumière et Lemieux, 2002).
- Outre cette synthèse et les nombreux rapports sectoriels qui s'y rattachent, les résultats sont également parus dans une publication du Service canadien de la faune (Dignard et coll., 1991) et une revue scientifique (Lalumière et coll., 1994).
- La conclusion principale de ce suivi est que la mise en exploitation de la centrale La Grande-2-A n'a eu aucun impact négatif sur les herbiers de zostère marine situés sur la côte nord-est de la baie James.

- À la baie James ainsi que dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, la zostère marine est capable de tolérer des salinités très faibles, de l'ordre de 5 psu et moins, surtout sous la couverture de glace.
- La production de la zostère (biomasse sèche et nombre de rameaux) à la baie James peut montrer des variations annuelles marquées à toutes les stations et à toutes les profondeurs d'échantillonnage.
- Les principaux facteurs de variation de la production observés à la baie James sont :
 - le nombre de degrés-jour de croissance ;
 - le relèvement isostatique et les variations annuelles du niveau d'eau durant la saison de croissance.

Description du milieu physique des herbiers de zostère

Dans la zone de l'embouchure de la Romaine, les herbiers de zostère marine sont surtout situés entre la Grosse Romaine et la Petite Romaine ainsi que sur le littoral de la pointe Tshipaihkukhan (voir la carte 29-1 de l'étude d'impact).

Ces herbiers colonisent un substrat de sable moyen à fin sur le paléodelta de la Romaine. La section 4.1.3 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2005) décrit le contexte géologique et géomorphologique de ce delta. Ce même rapport illustre, à la carte 4.1.2, la stabilité de cette portion de la zone de l'embouchure entre 1948 et 2004. La stabilité de la zone de l'embouchure et, particulièrement, de sa portion orientale ne correspond pas à la définition classique d'un estuaire, où s'affrontent les processus constructifs et destructifs qui régissent la distribution des apports sédimentaires par les courants fluviaux, les courants de marée ou la houle du large.

Les communautés benthiques sont de bons intégrateurs des conditions édaphiques d'un milieu. L'étude de ces communautés dans la zone de l'embouchure en 1982 montre que le débit de la Romaine influe peu sur la portion est de la zone de l'embouchure (voir la section 4.5 du rapport sectoriel d'Environnement Illimité, 2002). Entre l'échantillonnage de juin (après une crue forte et soutenue) et celui d'octobre, la densité, la richesse spécifique et l'indice de diversité ont peu varié au sud de la pointe à Aisley. Dans le chenal central, ces trois descripteurs étaient nuls en juin et montraient une nette augmentation en octobre ; le chenal central, qui reçoit l'écoulement principal de la Romaine, est quant à lui influencé par le débit de la rivière.

Dans la zone de l'embouchure, la concentration des matières en suspension (indicateur de la turbidité) variait de 2 à 3 mg/l en juin 2001 (Environnement Illimité, 2002). Ces faibles valeurs sont en accord avec les mesures prises au PK 3,8 de la rivière, qui montrent que le pic de concentration de matières en suspension survient avant le pic de crue (voir la figure 6.1.1 du rapport sectoriel de Poly-Géo, 2006). La crue printanière commence en moyenne le 28 avril et se termine en moyenne le 30 juin (voir la page 22-8 de l'étude d'impact).

Le régime hydrologique de la Romaine sera modifié durant l'exploitation du complexe de la Romaine. En hiver, le débit turbiné à la centrale de la Romaine-1 sera 75 % du temps à $200 \text{ m}^3/\text{s}$, tandis qu'en été et en automne le débit journalier à l'embouchure oscillera entre 200 et $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Les apports seront supérieurs à $500 \text{ m}^3/\text{s}$ pendant au moins quatre semaines consécutives un printemps sur deux, et non chaque printemps comme en conditions actuelles. Le lecteur trouvera à la page 22-15 de l'étude d'impact un résumé des modifications hydrologiques à l'embouchure de la Romaine ou pourra se reporter à la section 16.2.1.4 pour plus de détails. En somme, le régime hydrologique sera semblable durant la saison de croissance de la zostère, mais il connaîtra des débits légèrement plus élevés en hiver et beaucoup moins importants un printemps sur deux.

Les modifications des conditions de glace et de production de frasil sont décrites à la page 22-16 de l'étude d'impact. À la marge de la zone de l'embouchure et dans sa portion orientale, aucune modification de la couverture de glace n'est prévue. Le type de glace qui couvre le secteur des herbiers de zostère est un mélange de glace dérivante et de glace bleue de rive; l'étendue de la couverture et la durée d'englacement varient beaucoup d'un hiver à l'autre (Therrien, 2006). L'hiver glaciologique se termine à la mi-avril et les glaces ont généralement disparu à la fin d'avril à la marge de la zone de l'embouchure. Le réchauffement de l'air fait fondre localement la couverture de glace.

Impacts prévus sur les herbiers de zostère marine

Les impacts du projet sur les zostérais sont décrits aux pages 29-15 et 29-16 de l'étude d'impact. Le texte reprend les arguments développés plus haut, soit que l'habitat des zostérais est peu influencé par les débits de crue et que le substrat est stable.

En hiver, l'écoulement empruntera surtout le chenal central. Pour les herbiers de zostère, les vitesses d'écoulement, la salinité et la couverture de glace demeureront dans la fourchette des conditions actuelles.

Hydro-Québec considère que son analyse des impacts du projet sur la zostère est réaliste et fondée sur des données fiables. L'impact résiduel sur les communautés benthiques, y compris celles des zostérais et les zostérais elles-mêmes, a été jugé positif et d'importance moyenne (voir la page 29-16 de l'étude d'impact).

b) Données de salinité à la carte 22-4

Les données de salinité en médaillon de la carte 22-4 de l'étude d'impact sont des fréquences d'occurrence relatives.

Les cartes 4.2.1 à 4.2.4 du rapport sectoriel de Lorrain et coll. (2006) présentent les valeurs minimales, maximales et moyennes en surface et en profondeur de la salinité et de la température observées aux stations de mesure de la zone de l'embouchure.

Références

- Dignard, N., R. Lalumière, A. Reed et M. Julien. 1991. *Les habitats côtiers du nord-est de la baie James*. Publication hors série n° 70. Ottawa, Environnement Canada, Service canadien de la faune. 20 p. et carte.
- Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-I. Description du milieu : océanographie physique et biologique (été-automne 2001)*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement illimité. 88 p. et ann.
- Lalumière, R., D. Messier, J.-J. Fournier et P.C. McRoy. 1994. « Eelgrass meadows in a low arctic environment, the northeast coast of James Bay, Québec ». *Aquatic Botany*, vol. 47, p. 303-315.
- Lalumière, R., et C. Lemieux. 2002. *Suivi environnemental des projets La Grande-2-A et La Grande-1. La zostère marine de la côte est de la baie James. Rapport synthèse pour la période 1988-2000*. Préparé pour Hydro-Québec Production. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 92 p. et ann.
- Lemieux, C., et R. Lalumière. 1995. *Répartition de la zostère marine (Zostera marina) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans la baie des Chaleurs (1994)*. Préparé pour le Service canadien de la faune. Québec, GENIVAR Groupe Conseil. 58 p. et ann.
- Lorrain, S., G. Guay et J. Gingras. 2005. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Rapport de mission 2004*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 132 p. et ann.
- Lorrain, S., J. Gingras et C. Morin. 2006. *Complexe de la Romaine. Études sédimentologiques et océanographiques de la rivière Romaine et de la zone de l'embouchure. Océanographie physique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 157 p. et ann.
- Poly-Géo. 2006. *Complexe de la Romaine. Étude de la dynamique sédimentaire*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Saint-Lambert, Poly-Géo. 121 p. et ann.
- Therrien, F. 2006. *Aménagement de la rivière Romaine. Aspects glaciologiques de la zone estuarienne*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Longueuil, Prodhyc. 16 p. et ann.

6. Crabe des neiges

■ CA-81

Références : Pêches et Océans Canada. 2007. Présentation de l'étude sur les effets de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan et de l'étude sur les crabes. Compte rendu de la réunion du 25 janvier 2007 tenue entre le MPO et Hydro-Québec, 3 p.

Au mois de janvier 2007 (Pêches et Océans Canada, 2007), le promoteur et des scientifiques de l'ISMER ont présenté au MPO les résultats de l'étude sur les effets de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan et sur le crabe des neiges. Lors de la rencontre, le MPO avait émis le commentaire suivant :

« Puisqu'il existe un mois entre les échantillonnages de crabes dans les secteurs est et ouest du chenal, cela peut avoir un effet sur les résultats de distribution des petits crabes dans le temps. Il serait aussi important de ventiler les résultats sur la distribution spatiale des crabes en tenant compte des différentes cohortes potentiellement représentées au sein de la catégorie 0-25 mm de largeur de carapace afin de déterminer où se fait l'établissement des crabes juvéniles. »

La question du mois de différence dans l'échantillonnage des crabes entre les secteurs est et ouest du chenal n'est pas notée dans l'étude d'impact, non plus que ses conséquences possibles pour la distribution des juvéniles du crabe des neiges. Par exemple, un mois de différence dans un échantillonnage peut changer la perception de l'abondance et de la distribution spatiale du tout premier stade benthique du crabe des neiges, car son établissement sur le fond peut être étendu sur quelques mois (Lovrich et coll. 1995).

L'analyse sur les crabes présents au sein de la catégorie 0-25 mm devra être raffinée. Ainsi, un histogramme des fréquences de largeur de carapace (LC) permettant de définir le nombre de stades de développement au sein de cette catégorie de taille devra être produit. La présence de multiples modes de LC au sein de cette catégorie permettra de conclure que le recrutement à la population s'est fait régulièrement au cours des années précédentes. Les limites de taille établies pour chacun des stades de développement permettront d'approfondir l'analyse de la distribution spatiale des juvéniles par classe d'âge.

Le promoteur devra :

- a) Bonifier son analyse en indiquant combien de stades de développement (« instars » en anglais) sont représentés dans la catégorie 0-25 mm et quelles sont les limites de tailles caractérisant chacun des stades de développement dans cette catégorie.
- b) Présenter un histogramme des fréquences de largeur de carapace (LC) pour les crabes de catégories 0-25 mm.

Réponse

a) Nombre de stades de développement chez les crabes des neiges de moins de 25 mm

On a employé la méthode de Bhattacharya, complétée par une analyse NORMSEP à partir du logiciel FISAT-II, pour analyser la distribution de fréquences de largeurs de carapace (Lc) des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*). Il en ressort cinq composantes (voir la figure CA-81-1) qui correspondent aux stades de développement II à VI définis par Sainte-Marie et coll. (1995). Les valeurs de la Lc moyenne obtenues pour chacun des stades de développement (aussi appelés « instars ») sont très proches des valeurs données par Raymond (1995) pour la baie Sainte-Marguerite (voir le tableau CA-81-1).

Figure CA-81-1 : Crabe des neiges du chenal de Mingan – Fréquences de tailles inférieures à 25 mm obtenues par la technique NORMSEP – Sexes indifférenciés

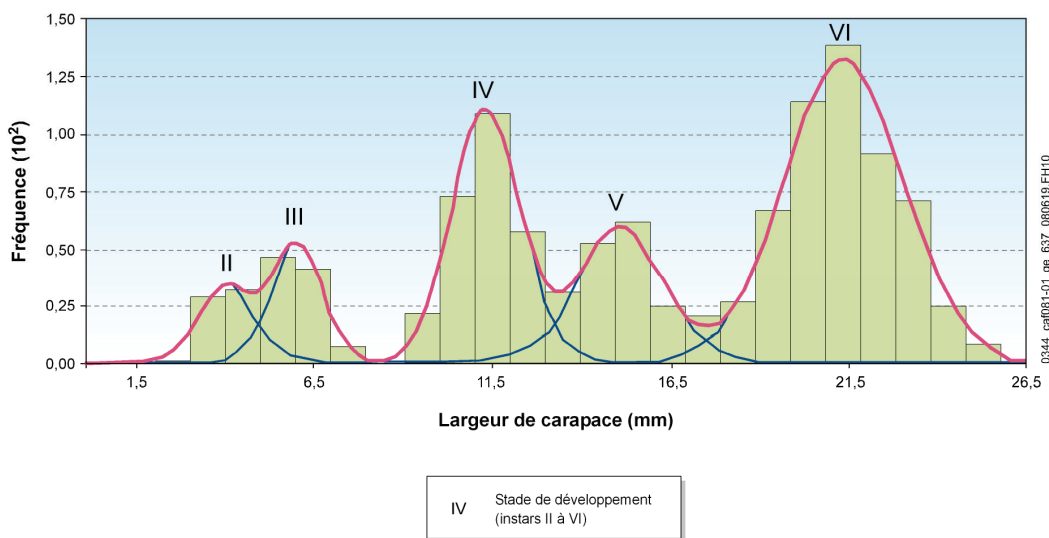


Tableau CA-81-1 : Crabe des neiges du chenal de Mingan – Largeurs de carapace moyennes selon le stade de développement et comparaison avec les valeurs correspondantes de la baie Sainte-Marguerite – Sexes indifférenciés

Stade	Chenal de Mingan (nov. 2005)		Baie Sainte-Marguerite ^a	
	Lc (obs) ^b (mm)	Écart-type (mm)	Lc (obs) ^b (mm)	Lc (pré) ^c (mm)
II	4,01	0,74	4,63	5,12
III	6,02	0,70	6,60	7,65
IV	11,32	0,94	9,66	10,97
V	15,07	1,15	14,10	15,32
VI	21,43	1,64	19,96	21,02

a. Selon Raymond, 1995.

b. Lc (obs) = valeurs observées de largeur de carapace.

c. Lc (pré) = valeurs modélisées de largeur de carapace.

Selon cette décomposition, les limites de taille de chacun des stades, qui incluent plus de 99 % de la distribution, sont indiquées au tableau CA-81-2.

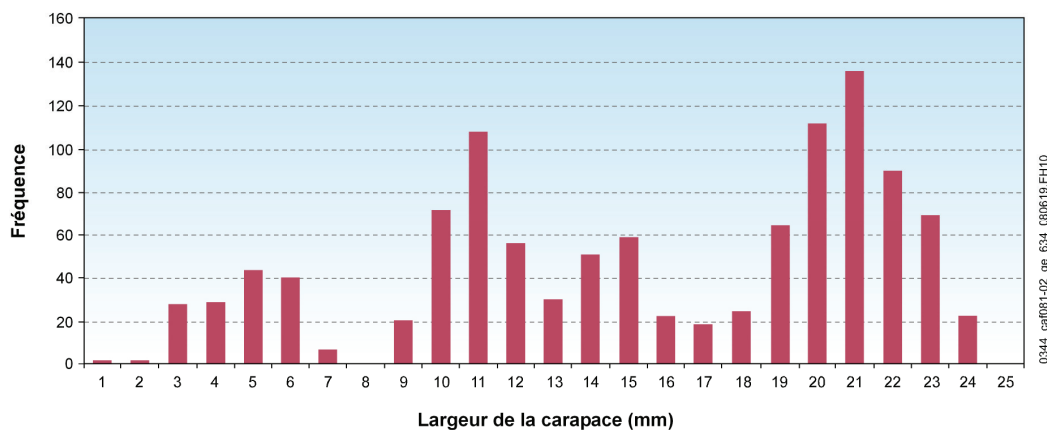
Tableau CA-81-2 : Crabe des neiges du chenal de Mingan – Largeurs de carapace minimales et maximales selon le stade de développement

Stade	Chenal de Mingan (nov. 2005)	
	Largeur de carapace minimale (mm)	Largeur de carapace maximale (mm)
II	3	5
III	5	7
IV	10	13
V	13	17
VI	19	24

b) Histogramme des fréquences de tailles chez les crabes des neiges de moins de 25 mm

Les fréquences de Lc pour les crabes de moins de 25 mm observées dans le chenal de Mingan en 2005 sont présentées à la figure CA-81-2.

Figure CA-81-2 : Crabe des neiges du chenal de Mingan – Fréquences de largeurs de carapace observées dans la zone d'étude en novembre 2005 (toutes les stations) – Sexes indifférenciés



Références

Raymond, S. 1995. *Croissance et maturation du mâle chez le crabe des neiges, Chionoecetes opilio, dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent*. Mémoire de maîtrise. Rimouski, Université du Québec à Rimouski.

Sainte-Marie, B., S. Raymond et J.-C. Brêthes. 1995. « Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae) ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 903-924.

■ CA-82

Références : Pêches et Océans Canada. 2007. *Présentation de l'étude sur les effets de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan et de l'étude sur les crabes. Compte rendu de la réunion du 25 janvier 2007 tenue entre le MPO et Hydro-Québec*, 3 p.

Lors de la rencontre de janvier dernier (Pêches et Océans Canada, 2007), le MPO avait demandé de : « Documenter la présence des mégalopes ou des premiers stades juvéniles de crabes en lien avec le substrat. ». L'information sur la distribution spatiale des juvéniles n'a pas été pleinement détaillée. Le but de cette demande était de vérifier s'il y avait un lien entre le panache de la rivière, tel qu'il existe présentement, et l'établissement sur le fond et la survie subséquente du premier stade de développement du crabe des neiges.

Le promoteur devra :

- a) Indiquer où sont distribués les crabes recrutés à la population en 2005 (i.e. crabes d'environ 3 mm de LC au moment de l'échantillonnage) et en 2004 (i.e. crabes d'environ 7 mm de LC au moment de l'échantillonnage).
- b) Indiquer si ces crabes sont plus étroitement associés à l'embouchure de la rivière Romaine que l'ensemble de la catégorie 0-25 mm.
- c) Préciser la nature et la provenance des sédiments auxquels ils sont associés.
- d) Préciser si la plus grande stabilité des sédiments prévus par le promoteur après la réduction du débit de la rivière pourrait compromettre la capacité des petits crabes à s'enfouir (et conséquemment, augmenter leur mortalité naturelle).

Réponse

a-b) Distribution des cohortes de 2004 et de 2005

On a récolté seulement 57 crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) de largeur de carapace (Lc) inférieure à 5 mm, dont 27 d'une largeur de 3 mm (voir les tableaux CA-82-1 à CA-82-3). Ils étaient essentiellement concentrés aux stations A4 et B5, qui sont toutes deux situées dans le delta récent de la Romaine, où la présence de gaz biogénique ne permet pas d'observer correctement les structures sédimentaires (voir la carte CA-82-1). Cependant, le chalut a rapporté de la vase et du sable à ces deux stations.

Les crabes correspondant au stade III étaient abondants aux stations A3, A4, B2, B4 et B5, vraisemblablement dans le delta, sauf la station B4, qui est située sur des sédiments meubles de moins de 2 m d'épaisseur.

À la différence des stades cryptiques, les stades V et VI (Lc de 13 à 25 mm) sont surtout présents dans la partie supérieure de la vallée de l'île Niapiskau (station B9, au sud-est de l'île de la Petite Romaine), sur des sédiments de faible épaisseur.

Tableau CA-82-1 : Crabes des neiges dans le chenal de Mingan – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est inférieure à 10 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés

Station	Numéro du trait	Durée (min)	Nombre de crabes selon la largeur de carapace						Substrat rapporté par le chalut
			< 10 mm		3-4 mm		5-7 mm		
			Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	
A1	1	10							Vase+sable
A3	1	10	3	3			3	3	Roche
	2	10	17	17	1	1	15	15	Roche
A4	1	10	25	25	13	13	7	7	Sable et vase
	2	10	12	12			8	8	Sable, vase et éponges
A5	1	10	1	1					Vase, glaise et sable
	2	10							Sable
B1	1	10							Sable
	2	10	3	3			3	3	Roche
B2	1	10	16	16	2	2	14	14	Sable
B4	1	7	10	14	2	3	5	7	Sable et vase
	3	7	1	1			1	1	Roche
B5	1	10	16	16	9	9	3	3	Vase, glaise et sable
	2	10	53	53	28	28	22	22	Vase, glaise et sable
C1	1	7	2	3			2	3	Roche
C2	1	22	3	1			3	1	Roche

Station	Numéro du trait	Durée (min)	Nombre de crabes selon la largeur de carapace						Substrat rapporté par le chalut
			< 10 mm		3-4 mm		5-7 mm		
			Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	
D1	1	10	1	1			1	1	Sable
	2	10	1	1			1	1	Sable
D2	1	10							Roche
E1	1	10							Sable
	2	10							Sable
E2	1	10							Roche
	2	10	1	1					Roche

Tableau CA-82-2 : Crabes des neiges dans le secteur à l'ouest de la zone d'étude – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est comprise entre 10 et 25 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés

Station	Numéro du trait	Durée (min)	Nombre de crabes selon la largeur de carapace						Substrat rapporté par le chalut
			10-25 mm		13-17 mm ^a		19-25 mm ^a		
			Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	
A1	1	10	9	9	3	3	5	5	Vase et sable
A3	1	10	11	11	3	3	7	7	Roche
	2	10	8	8	3	3	3	3	Roche
A4	1	10	48	48	9	9	15	15	Sable et vase
	2	10	31	31	3	3	2	2	Sable, vase et éponges
A5	1	10	46	46					Vase, glaise et sable
	2	10	23	23	1	1			Sable
B1	1	10	1	1			1	1	Sable
	2	10	7	7	1	1	6	6	Roche
B2	1	10	2	2	2	2			Sable
B4	1	7	9	13			2	3	Sable et vase
	3	7							Roche
B5	1	10	41	41	4	4	6	6	Vase, glaise et sable
	2	10	101	101	8	8	3	3	Vase, glaise et sable
C1	1	7	1	1			1	1	Roche

Station	Numéro du trait	Durée (min)	Nombre de crabes selon la largeur de carapace						Substrat rapporté par le chalut	
			10-25 mm		13-17 mm ^a		19-25 mm ^a			
			Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min		
C2	1	22								Roche
D1	1	10	1	1				1	1	Sable
	2	10								Sable
D2	1	10	3	3				3	3	Roche
	2	12	1	1				1	1	Roche
E1	1	10	1	1				1	1	Sable
	2	10	3	3						Sable
E2	1	10	1	1				1	1	Roche
	2	10	2	2	1	1		1	1	Roche

a. Le groupe des 13-17 mm correspond au stade V et le groupe des 19-25 mm, au stade VI. La différence entre la somme de ces deux groupes et le total correspond à des crabes de Lc comprises entre 10 et 12 mm qui ne peuvent être attribués à un stade particulier.

Tableau CA-82-3 : Crabes des neiges dans le secteur à l'est de la zone d'étude – Répartition des crabes dont la largeur de carapace est comprise entre 10 et 25 mm, récoltés en novembre 2005 – Sexes indifférenciés

Station	Numéro du trait	Durée (min)	Nombre de crabes selon la largeur de carapace						Substrat rapporté par le chalut
			10-25 mm		13-17 mm ^a		19-25 mm ^a		
			Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	Nbre brut	Nbre par 10 min	
B8	1	10	1	1					Sable
	2	10	2	2					Sable et vase
B9	1	10	129	129	48	48	75	75	Vase et roche
	2	9	88	98	27	30	58	64	Roche
	3	10	152	152	48	48	94	94	Vase et roche
B10	2	9	92	102	6	7	83	92	Sable
	3	8	79	99	4	5	75	94	Vase et sable
C9	1	12	49	41			48	40	Sable
	2	3	5	17	1	3	3	9	Sable et roche
C10	1	10	2	2	2	2			Roche et sable
	2	10	4	4	3	3	1	1	Sable

c) Nature et provenance des sédiments associés aux jeunes cohortes

Il est difficile de définir un substrat particulier pour la localisation des petits crabes des neiges. L'environnement sédimentaire est extrêmement hétérogène (sable, vase, gravier et blocs erratiques). Les stades cryptiques doivent s'enfouir dans les poches de sédiment meuble entre les fractions plus grossières.

L'origine de ce sédiment est sans doute complexe ; il serait issu de phénomènes glaciels, de transit littoral et d'apports directs, mais faibles, de la rivière Romaine.

d) Stabilité des sédiments

L'exploitation du complexe de la Romaine ne mènera pas à une diminution du débit de la rivière, mais à un nouveau régime hydrologique dépendant de la demande énergétique, dont le module demeure le même. La diminution du débit ne s'applique qu'à la période printanière.

La suppression d'une crue printanière forte et soutenue un printemps sur deux provoquera un ralentissement du transit sédimentaire dans la zone de l'embouchure. Durant les autres saisons, on ne prévoit aucun changement sédimentologique (voir la page 22-19 de l'étude d'impact). Le ralentissement du transfert sédimentaire est jugé bénéfique pour les communautés benthiques, qui subissent, en conditions actuelles, un lessivage des sédiments et une dessalure. Cet effet sera surtout perceptible dans le chenal central de la zone de l'embouchure.

Pour la zone du chenal de Mingan, cet aspect de la stabilité du substrat n'a jamais été mentionné. Par conséquent, la nature du substrat ne sera pas modifiée par ce phénomène et la capacité des petits crabes à s'enfouir demeurera la même, sans effet sur leur mortalité naturelle.

■ CA-83

Références : ÉI, volume 4 (milieu biologique), section 29 (océanographie biologique)

Le promoteur semble conclure, à la page 29-24 de l'ÉI, en se basant sur une « proportion » plus élevée de crabes plus petits que 15 mm de LC, que l'établissement du premier stade de développement de crabes se fait préférentiellement à l'ouest qu'à l'est. Un tel regroupement de tailles mélange des individus à capacité de dispersion nulle ou très faible (les trois premiers stades de développement I, II et III qui ont environ < 8-9 mm de LC), dont la distribution spatiale est susceptible de refléter l'endroit où ils se sont déposés, avec des individus appartenant aux stades de développement IV et V (>8-9 mm LC) qui sont de plus en plus mobiles et dont la distribution spatiale ne reflète pas nécessairement le lieu de déposition.

À la lumière des analyses de structures de tailles demandées précédemment, lesquelles analyses devraient permettre d'établir les limites de tailles exactes pour les premiers stades de développement, le promoteur devra :

- a) Produire une carte de distribution spatiale pour chacune des deux premières classes d'âge (stades de développement I et II-III).
- b) Faire l'analyse et l'interprétation de la distribution spatiale des premiers stades benthiques qui devra (i) porter seulement sur la première (et à la rigueur la deuxième classe d'âge, si le nombre d'individus de la première est trop faible), (ii) sur des abondances et non des proportions et (iii) tenir compte du décalage temporel dans l'échantillonnage entre les parties est et ouest.

Réponse

a) Répartition des deux premières classes d'âge

Première classe d'âge (stade I)

Il y a deux individus du premier stade de développement (carapace de 1 et 2 mm de largeur) dans les échantillons de crabe des neiges. Ils proviennent des stations B4 et B5.

Deuxième classe d'âge (stades II et III)

Le deuxième stade de développement correspond aux crabes dont la carapace mesure de 3 à 4 mm de largeur (voir la question CA-81). Ils sont présents à cinq stations (voir le tableau CA-82-1 dans le présent document) : A3 (1 crabe), A4 (13 crabes), B2 (2 crabes), B4 (2 crabes) et B5 (37 crabes).

Le troisième stade de développement correspond aux crabes dont la carapace mesure de 5 à 7 mm de largeur (voir la question CA-81). Ils sont présents à neuf stations (voir

le tableau CA-82-1) : A3 (18 crabes), A4 (15 crabes), B1 (3 crabes), B2 (14 crabes), B4 (6 crabes), B5 (25 crabes), C1 (2 crabes), C2 (3 crabes) et D1 (1 crabes).

La carte CA-83-1 montre la répartition de chacun de ces stades de développement, tandis que la carte CA-83-2 montre la répartition de la première (stade I) et de la seconde classe d'âge (stades II et III).

b) Répartition des deux premières classes d'âge dans le chenal de Mingan

Comme on l'explique à la réponse à la question CA-82, les individus appartenant aux deux premières classes d'âge du crabe des neiges récoltés dans le chenal de Mingan à l'automne 2005 proviennent tous de stations situées à l'ouest de l'île de la Grosse Romaine ; ils ont été récoltés entre le 6 et le 14 octobre.

Les deux crabes de la première classe d'âge proviennent de deux environnements différents. La station B5 est située sur le delta récent de la rivière Romaine, dans une zone qui contient du gaz d'origine biogénique (voir la carte CA-82-1 dans le présent document). La matière organique piégée dans les sédiments fins est ancienne, car le gaz se trouve généralement à une profondeur supérieure à 4 ou 5 m dans les sédiments (voir la section 4.1.2 du rapport sectoriel de Lorrain et coll., 2005). La station B4 n'est pas liée à des dépôts deltaïques.

Les plus grandes abondances de crabes appartenant à la deuxième classe d'âge sont rencontrées dans deux environnements différents. Le premier groupe de stations est associé au delta de la Romaine (stations B5, A4 et A3), tandis que le second groupe est situé à la tête du Grand Chenal, qui sépare l'île à Bouleaux du Large et la Grande Île.

L'analyse et l'interprétation de la répartition des premiers stades benthiques du crabe des neiges dans le chenal de Mingan ne modifient pas l'évaluation de l'impact exprimée à la page 29-25 de l'étude d'impact.

Référence

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

7. Production planctonique

■ CA-84

Références : Pêches et Océans Canada, 2007. Présentation de l'étude sur les effets de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan et de l'étude sur les crabes. Compte rendu de la réunion du 25 janvier 2007 tenue entre le MPO et Hydro-Québec, 3 p.

Lors de la rencontre du 25 janvier 2007 (Pêches et Océans Canada, 2007) le MPO a demandé de documenter les apports en sels nutritifs et en matière organique de la rivière Romaine, éléments qui se retrouvent maintenant dans l'étude d'impacts. Cependant, l'étude néglige les apports en carbone organique dissous et particulaire de la Romaine, lesquels pourraient contribuer à la productivité du milieu (production primaire et secondaire) et plus particulièrement au printemps lorsque les concentrations en sels nutritifs limitent la production primaire nouvelle dans le chenal Mingan. En effet, les concentrations actuelles de carbone organique total dans la Romaine sont de l'ordre de 3 mg C/L. En assumant un débit printanier moyen actuel de 840 m³/s à l'embouchure de la rivière Romaine, cela donne un apport de 311 millions de grammes de carbone par jour lors des crues actuelles.

Le promoteur devra documenter et estimer la réduction de l'apport en matière organique provenant de la rivière Romaine au milieu marin suite à la réalisation du projet proposé.

Réponse

Exigences du MPO concernant la production planctonique en milieu estuarien et marin

Les exigences du MPO concernant la production planctonique en milieu estuarien et marin proviennent de trois sources : la *Directive pour la préparation de l'étude d'impact* de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (août 2005), la réunion du 27 juin 2005 et la réunion du 25 janvier 2007.

Directive fédérale

Pour la description des composantes pertinentes, la directive fédérale demande de décrire « la biomasse et la production planctonique selon les régimes d'eau douce de la rivière Romaine en relation avec les saisons, les conditions locales (vents, marées) et régionales (détroit de Jacques-Cartier) ».

L'analyse des effets du projet devra porter sur « les modifications relevées au niveau planctonique (biomasse, production) et benthique ».

Réunion du 27 juin 2005

La réunion du 27 juin 2005 (Canada, MPO, 2005) avait pour but de « clarifier les exigences de la directive fédérale touchant la demande liée à la description, composition et production planctonique et benthique selon les saisons ».

Il est à noter que la productivité benthique, qui était mentionnée dans le projet de directive de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (septembre 2004), n'est plus mentionnée dans la directive d'août 2005 à la section sur la description des composantes.

C'est à cette réunion que le MPO a recommandé « d'utiliser un modèle bio-physique en trois dimensions (3-D) adapté à l'échelle du milieu. Cette approche est favorisée à une étude exhaustive sur le plancton ». De son côté, Hydro-Québec s'est engagée à « adapter un modèle bio-physique existant pour évaluer la productivité du milieu à une échelle spatiale adaptée aux effets du projet de la Romaine. »

C'est ce qui a été fait (voir Saucier et coll., 2007). Le modèle biologique met en compétition les deux chaînes trophiques classiques, herbivore et microbienne, telles qu'on les décrit généralement pour les eaux côtières tempérées et subarctiques. Le système d'équations permet de simuler l'évolution des nitrates (NO_3), source de production nouvelle, et de l'ammonium (NH_4), source de production régénérée.

Réunion du 25 janvier 2007

Le but de la rencontre du 25 janvier 2007 (Canada, MPO, 2007) était de :

- présenter au MPO les résultats du modèle numérique quant aux effets prévus du complexe hydroélectrique sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan ;
- présenter au MPO les résultats des études océanographiques dans le chenal de Mingan ainsi que les résultats de l'étude sur le crabe des neiges ;
- orienter le promoteur pour la rédaction de son étude d'impact ;
- souligner les points que le MPO juge nécessaires afin d'évaluer correctement les impacts du projet en milieu marin en vertu des mandats du MPO.

Dans ses commentaires et ses demandes, le MPO n'a pas fait mention des apports en carbone organique dissous et particulaire de la Romaine, « lesquels pourraient contribuer à la productivité du milieu (production primaire et secondaire) et plus particulièrement au printemps lorsque les concentrations en sels nutritifs limitent la production nouvelle dans le chenal de Mingan ».

Réponse à la nouvelle demande du MPO

Compte tenu de la directive de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale et des demandes exprimées par le MPO, Hydro-Québec est d'avis qu'elle a satisfait aux exigences de la directive concernant la production planctonique, telles qu'elles ont été clarifiées lors des deux rencontres qui ont eu lieu entre elle et le MPO.

Évaluation du carbone organique dissous et particulaire en lien avec la production planctonique du chenal de Mingan

Dans le cadre de la prévision de l'évolution de la productivité algale, il n'est pas justifié de mesurer les concentrations en carbone organique dissous (COD), puisqu'il n'existe pas de relation entre les deux. Le régime trophique autotrophe est dominé par la productivité primaire algale, mais il n'est pas soutenu par le COD (Prairie et coll., 2002), contrairement au régime hétérotrophe. Pour les systèmes autotrophes, c'est la productivité algale qui soutient la productivité bactérienne (Cole et coll., 1988). Parallèlement, pour les systèmes hétérotrophes, le COD soutient la productivité bactérienne, mais ces deux variables n'influent pas sur la productivité algale (Findlay et coll., 1991). C'est pourquoi le COD n'a que rarement été mesuré lors des études de productivité primaire menées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Parmi toutes les données disponibles de 1979 à 2006 de l'Observatoire du Saint-Laurent pour les stations situées au nord de l'île d'Anticosti, on a mesuré le carbone organique dissous (COD) 2 fois en 1997 et le carbone organique particulaire (COP) 21 fois de 1997 à 2001. Les valeurs de COD sont de l'ordre de 1 mg C/l et celles du COP varient de 0,01 à 0,04 mg C/l. Il faut également noter que ces paramètres n'ont pas été mesurés dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent par le comité canadien de l'International Biological Programme dans les années 1970.

La source de carbone organique dissous en eau douce est généralement associée à la dégradation microbienne de la matière organique particulaire, qui s'effectue tout au long de l'année, quoiqu'elle soit ralentie en hiver (Hudon et coll., 1996). Dans des rivières soumises à des pressions anthropiques, des apports importants proviennent de l'agriculture et des eaux usées. Ce n'est pas le cas de la rivière Romaine.

Au tableau 21-1 de l'étude d'impact, les valeurs moyennes saisonnières montrent que la majeure partie du carbone organique est sous forme dissoute. À l'embouchure de la Romaine, les concentrations de COT mesurées au cours de sept campagnes d'échantillonnage ont varié de 3,0 à 7,0 mg C/l (voir le tableau 8 dans Belles-Isles et coll., 2005). Comme pour les autres éléments nutritifs mesurés dans la Romaine et le lac témoin du Vingt-Deuxième Mille, les teneurs sont faibles et relativement stables. Il y a peu de variation amont/aval notée pour le COT. Le tableau 21-6 de l'étude d'impact fournit l'ordre de grandeur des changements qui se produiront dans le réservoir de la Romaine 1 et, par extension, à l'embouchure de la rivière. Pour le COT, on prévoit une légère augmentation de la valeur moyenne en eau libre de

4,8 mg C/l à des valeurs variant de 5,1 à 5,9 mg C/l à court terme ; à long terme, les valeurs moyennes seront équivalentes à celles des conditions actuelles. La charge totale annuelle en carbone organique de la rivière Romaine sera la même qu'en conditions actuelles.

Ces valeurs sont semblables à ce qu'ont mesuré Walsh et Vigneault (1986) dans la rivière Romaine. Ces auteurs rapportent des concentrations de COD variant de 4,1 à 5 mg C/l entre septembre 1982 et août 1983 (six mesures), sans tendance saisonnière.

La charge de carbone organique a été étudiée par Hudon et coll. (1996) dans la Grande rivière de la Baleine, une autre rivière issue du Bouclier canadien. Les auteurs observent que, contrairement à la matière inorganique ou organique particulaire, les substances dissoutes ne montrent pas d'augmentation marquée en fonction du débit. Comme dans le cas de la Romaine, 90 % du carbone organique total est sous forme dissoute. La charge de COD exportée annuellement par unité de surface est déterminée par le débit total et le type de végétation de l'ensemble du bassin versant.

Il n'est donc pas pertinent de décrire l'apport en matière organique provenant de la Romaine au milieu marin, puisque cette rivière ne contribue pas directement à la productivité du milieu (productions primaire et secondaire).

Références

- Belles-Isles, M., I. Simard et D. Dusseault. 2005. *Complexe de la rivière Romaine. Qualité de l'eau. Rapport sectoriel*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Québec, GENIVAR Groupe conseil. 33 p. et ann.
- Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2005. *Clarification des exigences fédérales pour les études océanographiques du projet du complexe de la Romaine. Compte rendu de la réunion du 27 juin 2005 tenue à l'Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli*. Préparé par Jean-Guy Jacques. Non publié.
- Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2007. *Présentation de l'étude sur les effets de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques dans le chenal de Mingan et de l'étude sur les crabes. Compte rendu de la réunion du 25 janvier 2007 tenue à l'Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli*. Préparé par Judith Leblanc. Non publié.
- Cole, J.J., S. Findlay et M.L. Pace. 1988. « Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems : a cross-system overview ». *Marine Ecological Progress Series*, vol 43, p. 1-10.
- Hudon, C., R. Morin, J. Bunch et R. Harland. 1996. « Carbon and nutrient output from the Great Whale River (Hudson Bay) and a comparison with other rivers around Quebec ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 53, p. 1513-1525.
- Findlay, S., M.L. Pace, D. Lints, J.J. Cole, N.F. Caraco et B. Peierls. 1991. « Weak coupling of bacterial and algal production in a heterotrophic ecosystem : The Hudson River estuary ». *Limnology and Oceanography*, vol. 36, p. 268-278.
- Prairie, Y.T., D.F. Bird et J.J. Cole. 2002. « The summer metabolic balance in the epilimnion of Southeastern Quebec lakes ». *Limnology and Oceanography*, vol. 47, p. 316-321.

Saucier, F., B. Zakardjian, S. Senneville et V. Le Fouest. 2007. *Étude de l'effet de l'aménagement du complexe hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques du chenal de Mingan à l'aide d'un simulateur numérique tridimensionnel à haute définition*. Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski. 63 p.

Walsh, G. et Y. Vigneault. 1986. *Analyse de la qualité de l'eau de rivières de la Côte-Nord du golfe St-Laurent en relation avec les processus d'acidification*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1540. Ottawa, Pêches et Océans Canada. 118 p.

■ CA-85

Références : ÉI, volume 4 (milieu biologique), section 29 (océanographie biologique)

Saucier, F., B. Zakardjian, S. Senneville et V. Le Fouest. 2007. Étude de l'effet de l'aménagement du complexe hydroélectrique de la rivière Romaine sur les conditions biologiques et physiques du Chenal de Mingan, à l'aide d'un simulateur numérique tridimensionnel à haute définition. Préparé pour Hydro-Québec. Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski, 63 p.

L'EI (Hydro-Québec, 2007) conclut (p. 29-26) : « Comme le projet n'aura pas d'impact négatif sur les communautés planctoniques, benthiques ou ichthyennes du chenal de Mingan, il ne touchera pas non plus les proies des mammifères marins ni leurs habitats. » Cette conclusion est basée sur les simulations du modèle NPZ (Saucier et coll., 2007), modèle utilisé pour traiter notamment de la production planctonique en lien avec les conditions physiques du milieu.

Le MPO est d'avis que l'étude ne peut conclure que le projet n'aura pas d'effet sur les proies zooplanctoniques des mysticètes (baleines à fanons) car le modèle NPZ ne peut être utilisé à cette fin.

Le rapport sectoriel de Saucier et coll. (2007) indique à cet effet (page 14) que « ...le zooplancton, en particulier, est déjà à la limite prédictive de ce type de simulation. Il se retrouve en de nombreuses espèces ayant des comportements propres de natation, d'hibernation ou de prédation par exemple, autant de facteurs inopérants dans la dynamique du zooplancton simulée. L'objectif de cette étude est d'évaluer, au premier ordre, la croissance du zooplancton en fonction de la disponibilité en nourriture (phytoplancton) et la régénération en sels nutritifs associés à la matière organique dissoute et particulaire. La complexité du comportement du zooplancton au niveau des populations n'est pas abordée ici. »

Dans le modèle NPZ, le compartiment « zooplancton » vise principalement à générer la mortalité dans les compartiments phyto- et micro-zooplancton, la production brute de ces derniers étant relativement bien contrôlée par les processus physico-chimiques (stratification, sels nutritifs, etc.) générés par le modèle. Le compartiment « zooplancton » y est contrôlé par des fonctions très générales (p. ex. : taux de croissance, assimilation d'énergie, mortalité) pas nécessairement représentatives des comportements et processus complexes du zooplancton (distribution et migration verticales et transport dans différentes masses d'eau, affinité avec la salinité, etc.).

Considérant la nature du modèle NPZ, toute extrapolation au zooplancton semble très hasardeuse et non justifiée. Une telle conclusion ne devrait être basée que sur des données de terrain ou sur un modèle couplé biologie-physique en 3-D de(s) espèce(s) de zooplancton préférée(s) des rorquals, soit les grands calanoïdes ou le krill.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note des commentaires.

8. Algues toxiques

■ CA-86

Références : Pêches et Océans Canada. 2005. Clarification des exigences fédérales pour les études océanographiques du projet du complexe de la Romaine. Compte rendu de la réunion du 25 juillet 2005 tenue entre le MPO et Hydro-Québec.

Gagnon, R. et coll., 2005. Growth stimulation of *Alexandrium tamarense* (dinophyceae) by humic substances from the Manicouagan River (eastern Canada). *J. Phycology*, 41(3) : 489- 497.

Fauchot J., Levasseur M., Roy S., Gagnon R. and A. M. Weise 2005. Environmental factors controlling *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) growth rate during a red tide event in the St. Lawrence Estuary. *J. Phycol.* 41, 263-272.

Le compte rendu de la réunion MPO-HQ du 27 juillet 2005 (Pêches et Océans Canada, 2005) indique que le remplissage des réservoirs occasionnerait la décomposition de matières organique et pourrait mettre en disponibilité des composées humiques potentiellement favorables au développement d'algues toxiques.

Il existe plusieurs preuves dans la littérature que les substances humiques favorisent la croissance de certaines espèces d'algues toxiques notamment les dinoflagellés du genre *Alexandrium*. Dans le golfe du Saint-Laurent, *Alexandrium tamarense* est l'espèce la plus commune produisant des toxines paralysantes, lesquelles peuvent affecter la survie des poissons, contaminer les mollusques et forcer la fermeture des zones coquillières et, dans le pire des cas, affecter négativement la santé humaine. Gagnon et coll. (2005) ont déjà démontré l'influence des substances humiques provenant des rivières de la Côte-Nord du golfe sur la croissance de cette espèce en culture. De plus, des études récentes démontrent que le développement des floraisons d'*Alexandrium* dans le panache des rivières pourrait aussi être influencé par les teneurs en phosphates (Fauchot et coll. 2005). Une augmentation des substances humiques et des phosphates est anticipée dans la rivière Romaine au cours des premières années du projet, ce qui provoquerait une augmentation de l'apport de ces substances à l'embouchure. L'étude ne présente aucune mesure directe de substances humiques. L'impact des substances humiques et des phosphates en milieu marin et

leur lien avec la croissance des algues toxiques n'est pas discuté dans le présent document.

État actuel des populations d'algues toxiques dans la région de l'étude

Les stations d'échantillonnage du programme de monitoring des algues toxiques du MPO les plus proches de la rivière Romaine sont à Natashquan (environ 120 km à l'est) et Sept-Îles (environ 150 km à l'ouest). Une série temporelle d'observations de longue durée existe à ces deux stations depuis au moins 1994. Dans le cas de Sept-Îles, des populations importantes (>5000 cellules/L) sont observées presque annuellement. Quant à Natashquan, les populations ont dépassé le seuil de 1 000 cellules/L une seule fois depuis 1994 et demeurent en général très faibles. *A. tamarense* est néanmoins présente à Natashquan à toutes les années. Ainsi, on peut anticiper la présence de cette espèce dans le secteur de Mingan.

D'autres espèces de dinoflagellés toxiques existent aussi dans la région, incluant *Dinophysis spp.*, un genre responsable de l'intoxication diarrhéique par les mollusques. L'impact des substances humiques sur le *Dinophysis* n'a cependant pas encore été étudié, à notre connaissance.

Sédiments marins et algues toxiques

Les dinoflagellés du genre *Alexandrium* produisent des kystes, un stade de vie très résistant qui permet à l'organisme de rester vivant dans les sédiments pendant plusieurs années. Il n'est pas exclu que la réduction de la crue printanière pourrait être favorable à l'accumulation des kystes dans les sédiments. Cet aspect n'est pas documenté dans l'étude d'impact.

Le promoteur devra documenter l'impact des substances humiques et des phosphates en milieu marin et leur lien avec la croissance des algues toxiques suite à la mise en eau des réservoirs du Complexe de la Romaine. L'argumentaire devra également tenir compte de l'accumulation possible de kystes dans les sédiments.

Réponse

Données de l'Observatoire du Saint-Laurent

Parmi les stations d'échantillonnage du programme de monitoring des algues toxiques du MPO, la plus rapprochée de l'embouchure de la Romaine est la station de Natashquan, qui est peu urbanisée. Afin de trouver un facteur prédominant pour la stimulation de la croissance de l'algue *Alexandrium tamarense*, nous avons traité, par régressions multiples, les données de cette station pour la période 1995-2006, soit 289 observations (Canada, MPO, 2008). L'analyse a porté sur le nombre de cellules par litre au regard des paramètres physicochimique de l'eau (profondeur,

transparence, température, salinité, phosphates, azote et silice). Elle n'a pas révélé de relation significative entre ces facteurs, pris séparément ou ensemble, et la densité de cellules d'*A. tamarensis* ($P > 0,05$).

Pour augmenter la signification de l'analyse, nous avons traité les données de 9 stations de monitoring totalisant 2 589 observations. Le constat a été le même : il n'y a pas de relation significative entre les facteurs, pris séparément ou ensemble ($P > 0,05$). En troisième analyse, les données pour lesquelles *A. tamarensis* était absente ont été exclues. Dans ce cas également, il n'y a pas de facteur expliquant les densités de cellules observées.

Rôle des substances humiques et des phosphates

Selon le commentaire du MPO, les substances humiques ainsi que les phosphates pourraient stimuler le taux de croissance d'*Alexandrium tamarensis* (Gagnon et coll., 2005 ; Fauchot et coll., 2005). Selon Gagnon et coll. (2005), les substances humiques auraient un effet stimulant à faible concentration, ce qui laisse supposer qu'une augmentation de leur concentration aurait un effet limité sur la croissance d'*A. tamarensis*. Par contre, pour Fauchot et coll. (2005), la concentration de nutriments serait un facteur limitant pour le développement d'*A. tamarensis*. L'effet des teneurs en nutriments a aussi été démontré dans les zones estuariennes de plusieurs rivières en France.

En ce qui concerne la mise en eau des réservoirs du complexe de la Romaine, la principale cause d'augmentation de la concentration de nutriments dans l'eau sera la dégradation de la matière organique nouvellement envoyée. Selon nos prévisions, les teneurs en phosphore total passeront de 7 µg P/l en conditions actuelles à 13 µg P/l dans les réservoirs de la Romaine 4 et de la Romaine 3, et à 10 µgP/l dans les réservoirs de la Romaine 2 et de la Romaine 1 (voir les tableaux 21-3 à 21-6 de l'étude d'impact). La modification maximale sera observée dans un délai de un à quatre ans après la mise en eau. Cependant, comme la mise en eau des réservoirs sera séquentielle, le retour aux valeurs initiales à l'embouchure de la rivière pourrait prendre dix à quinze ans.

Les substances humiques n'ont pas été mesurées dans les eaux de la Romaine. Cependant, la couleur vraie est un indicateur pour les substances humiques. Or, on ne prévoit qu'une légère augmentation de la couleur, qui passera de 50 UCV en conditions actuelles à un maximum de 60 UCV dans les réservoirs.

Les concentrations d'orthophosphate ont été mesurées à l'embouchure de la Romaine pour des salinités variant de 0 à 23 psu (Environnement Illimité, 2002). Les valeurs sont de l'ordre de 2 µg P/l pour moins de 2 psu, de 5 µg P/l pour 6 ou 8 psu et de 10 µg P/l pour plus de 19 psu. Les eaux salées contiennent donc plus d'orthophosphate que les eaux de la Romaine.

Il est peu probable que l'augmentation temporaire du phosphore total et de la couleur vraie dans les eaux des réservoirs projetés stimule la croissance de l'algue toxique *Alexandrium tamarense*. De plus, rappelons que les données de l'Observatoire du Saint-Laurent (Canada, MPO, 2008) ne montrent pas de lien entre le nombre de cellules d'*A. tamarense* et les concentrations de phosphate.

Effet de la salinité

En opposition avec l'effet positif des nutriments sur le taux de croissance des algues, l'augmentation de la salinité par suite d'une diminution du débit des rivières dans les zones estuariennes inhibe la croissance d'*A. tamarense*. Inversement, l'augmentation du débit des rivières sous l'effet de fortes précipitations stimule cette croissance (Weise et coll., 2002). Il semble donc qu'*A. tamarense*, qui est une espèce exclusivement saline, subisse un stress lorsqu'il y a un apport d'eau douce important, ce qui pourrait stimuler sa croissance. Or, lorsque le débit augmente, les concentrations de nutriments diminuent. On peut donc penser que l'effet des nutriments et des substances humiques sur la croissance d'*A. tamarense* est secondaire comparativement à l'effet de la salinité.

La gestion des ouvrages du complexe de la Romaine mènera à la suppression d'une crue soutenue un printemps sur deux. De plus, la fréquence de débits élevés pendant plus de six semaines consécutives tombera à 12 années sur 47, plutôt que 12 années sur 37 en conditions actuelles. À la lumière des opinions exprimées dans la documentation scientifique, cette modification pourrait diminuer la fréquence des épisodes de floraison d'*A. tamarense*. Toutefois, les données de l'Observatoire du Saint-Laurent (Canada, MPO, 2008) ne montrent pas de lien entre le nombre de cellules d'*A. tamarense* et la salinité.

Accumulation des kystes dans les sédiments

Il est peu probable que la suppression d'une crue soutenue un printemps sur deux favorise l'accumulation des kystes dans les sédiments. Le transit sédimentaire dans le chenal central empêchera l'accumulation de sédiments sableux, comme l'explique la section 22.2 de l'étude d'impact ainsi que les réponses aux questions CA-71 et CA-78.

Références

- Environnement Illimité. 2002. *Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1. Description du milieu : océanographie physique et biologique*. Préparé pour Hydro-Québec Équipement. Montréal, Environnement Illimité. 88 p. et ann.
- Fauchot, J., M. Levasseur, S. Roy, R. Gagnon et A.M. Weise. 2005. « Environmental factors controlling *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) growth rate during a red tide event in the St. Lawrence Estuary ». *Journal of Phycology*, vol. 41, p. 263-272.

- Gagnon, R., M. Levasseur, A.M. Weise, J. Fauchot, P.G.C. Campbell, B. Vigneault, B. Weissenboeck, A. Merzouk et M. Gosselin. 2005. « Growth stimulation of *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) by humic substances from Nanicouagan River (Eastern Canada) ». *Journal of Phycology*, vol. 41, p. 489-497.
- Canada, Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2008. Site web de l'Observatoire du Saint-Laurent. En ligne : [www.osl.gc.ca/fr/info/publications/monitorage.html]
- Weise, A.M., et coll. 2002. « The link between precipitation, river runoff, and blooms of the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* in the St. Lawrence ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 59, p. 464-473.

Questions et commentaires de Transports Canada

■ CA-87

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

Dans le document Milieu humain – Rapport d'inventaire, Nove Environnement inc. Juin 2005, à la page 14-4, il est mentionné que Transports Canada possède trois infrastructures en Minganie soient les ports de Havre St-Pierre, Baie-Johan-Beetz et de Natashquan.

Il est à noter que Transports Canada a cédé ses infrastructures portuaires de Havre-St-Pierre à la Corporation de développement et de gestion du Port de Havre-St-Pierre le 17 mars 2006.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note des commentaires.

■ CA-88

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

Dans le document Milieu humain – Rapport d'inventaire, Nove Environnement inc. Juin 2005, à la page 14-5, il est mentionné que Transports Canada possède l'aéroport de Havre-St-Pierre (HSP) et que celui-ci est exploité par la Corporation municipale de HSP. Également, tel que mentionné, des négociations pour le transfert de l'aéroport sont en cours entre Transports Canada et la Corporation.

Cependant, s'il s'avérait nécessaire, étant donné l'augmentation de l'achalandage, que des modifications aux infrastructures soient requises, il faudrait avertir et en discuter avec Transports Canada (TC) aussi longtemps que TC sera propriétaire de l'aéroport.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note des commentaires.

■ CA-89

Références : n/a

Transports Canada encourage le Transport maritime à courte distance (TMCD). Nous encourageons donc Hydro-Québec à recourir au transport maritime entre les grands centres et Havre-St-Pierre, en particulier pour les marchandises lourdes, afin de permettre la décongestion du transport routier sur la route 138. De plus, le transport par eau est beaucoup plus écologique et durable que le transport par véhicule à moteur quand tous les facteurs sont pris en compte.

Réponse

Hydro-Québec prend bonne note des commentaires.

■ CA-90

Références : ÉI, volume 1, section 9 (aménagement de la Romaine-4), pages 9-3, 10-4, 11-4 et 12-4

ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie), section 35 (activités récréotouristiques), page 35-26

Section 35.2.3 page 35-26 : « Les fluctuations de niveau qui surviendront en été dans les réservoirs de la Romaine 4 (environ 3,5 m), de la Romaine 3 (environ 1,7 m) et de la Romaine 2 (environ 1,3 m) n'entraîneront pas de difficultés de navigation particulières. Les changements s'étaleront sur plusieurs semaines et seront donc peu perceptibles. De plus, il en sera tenu compte dans la conception des rampes de mise à l'eau prévues pour faciliter l'accès aux réservoirs. En été, le niveau du réservoir de la Romaine 1 sera stable la plupart du temps. »

- a) Expliquer pour quelles raisons les fluctuations estivales indiquées au volume 5 sont différentes des marnages indiqués au volume 1, tableaux 9.2, 10.2, 11.2 et 12.2 ?
- b) Est-ce que la conception des rampes de mise à l'eau tiendra compte que du marnage estival ?

Réponse

a) Marnage

Les valeurs de marnage indiquées dans les tableaux 9.2, 10.2, 11.2 et 12.2 de l'étude d'impact représentent l'amplitude annuelle maximale des variations de niveau des réservoirs. Les valeurs indiquées à la section 35.2.3 de l'étude d'impact représentent les fluctuations moyennes de niveau pour la saison estivale uniquement.

b) Conception des rampes de mise à l'eau

La conception des rampes de mise à l'eau sera basée sur les valeurs du marnage estival.

■ CA-91

Références : ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie), section 35 (activités récréotouristiques), page 35-29

Section 35.2.3 page 35-29 : « En raison du relief accidenté des aires d'implantation des barrages de la Romaine-2, de la Romaine-3 et de la Romaine-4, de l'éloignement de la route permanente et de la présence des tronçons court-circuités, les canoteurs devront faire des portages difficiles de plusieurs kilomètres pour passer d'un réservoir à l'autre. »

Compte tenu que la création des réservoirs faciliterait la navigation, quelles mesures seront prises pour faciliter le portage entre les réservoirs ?

Réponse

Comme l'indique la section 35.2.3 de l'étude d'impact, la rivière Romaine est actuellement peu fréquentée par les adeptes du canot et du kayak en raison principalement de son éloignement, de son degré de difficulté élevé et de l'absence de route. La Côte-Nord abrite environ 25 cours d'eau reconnus par la FQCK qui peuvent répondre aux besoins de différents types de clientèles, notamment les rivières Moisie et Magpie, qui sont parmi les plus fréquentées. Les transformations qui toucheront la Romaine n'auront donc pas d'effet notable sur l'offre ni sur la pratique d'activités de canotage et de descente de rivière dans la région.

Les tronçons court-circuités en aval de chaque aménagement, qui deviendront inaccessibles, sont actuellement difficiles ou impossibles à franchir en raison de la présence de chutes et de rapides de classes III à V. Comme on le précise dans l'étude d'impact à la page 35-30, ces tronçons comportent des parties importantes de rapides et de chutes qui nécessitent, pour franchir ces obstacles, le portage des embarcations. Également, comme l'indique le *Guide des parcours canotables du Québec* édité par la Fédération québécoise du canot et du kayak (FQCK), les portages sont souvent inexistantes ou difficiles.

Par ailleurs, comme on le souligne à la section 35.1.2.4 de l'étude d'impact, les données et informations recueillies indiquent une très faible utilisation de la rivière en amont du bassin des Murailles. Actuellement, par année, un seul groupe de canoteurs, tout au plus, effectue une descente de la Romaine, habituellement à partir du lac Brûlé. Les répercussions du projet sur cette activité sont donc limitées.

Néanmoins, afin de faciliter le passage d'un réservoir à l'autre, Hydro-Québec mettra en place des aménagements, soit des aires d'accostage et de mise à l'eau. Les utilisateurs pourront emprunter les routes d'accès pour contourner les ouvrages et les tronçons court-circuités.

Enfin, comme on l'indique à la page 35-30 de l'étude d'impact, le franchissement des ouvrages de la Romaine-1 par les canoteurs et les kayakistes sera facilité par une aire d'accostage aménagée en bordure du réservoir de la Romaine 1 et un sentier qui donnera accès à la partie aval de la Romaine.

■ CA-92

Références : ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie)

Pour assurer la sécurité de la navigation, des aménagements, tel que portages, estacades en amont des ouvrages représentant un danger pour la navigation, rampes, panneaux d'avertissements, etc. devront être aménagés dans les secteurs de chacune des centrales.

Fournir les caractéristiques sommaires, la localisation et des croquis de ces aménagements.

Réponse

L'emplacement exact des rampes de mise à l'eau sera déterminé lorsqu'on connaîtra le tracé des chemins qui seront construits aux fins du déboisement des réservoirs. On conservera certains de ces chemins pour donner accès aux rampes. La planche CA-92-1 illustre une rampe de mise à l'eau type.

Les estacades seront installées en amont des ouvrages qui représenteront un danger pour la navigation. Leur emplacement exact reste toutefois à déterminer. La planche CA-92-2 illustre une estacade type.

La planche 12-1 de l'étude d'impact indique l'emplacement du portage prévu.

■ CA-93

Références : ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie), section 35 (activités récréotouristiques), page 35-20.

Section 35.2.2 page 35-10 – Une passerelle est proposée pour permettre aux motoneigistes de franchir la Romaine : « cette passerelle pourrait être construite aux environs du PK 15,5 de la Romaine, près du pont ferroviaire Mistahukan de QIT – Fer et Titane ».

Fournir les caractéristiques sommaires, la localisation et des croquis de cet aménagement.

Réponse

À l'examen des cartes topographiques, il apparaît que l'endroit le plus favorable pour construire une passerelle entre les PK 0 et 46 de la Romaine se trouve immédiatement à l'aval du pont ferroviaire, comme le montre la carte CA-93-1. Il serait possible de construire les piliers de la passerelle dans l'axe des piliers du pont ferroviaire, qui sont à sec en période d'étiage. Les piliers de la passerelle seraient protégés par ceux du pont.

Les ouvrages à construire pour cette traversée se résument à une culée en rive gauche, une culée en rive droite et deux autres sur l'îlot, cinq piliers en rivière, trois travées d'environ 35 m de portée, deux travées de 15 m et deux autres de 65 m. Le type de passerelle envisagé est un modèle de la société Eagle Bridge d'une largeur de 3 m, soit la largeur recommandée pour un sentier de motoneige à une voie (voir la figure CA-93-1).

Figure CA-93-1 : Passerelle modèle



Source : Eagle Bridge Inc.

0344_caf093-01_ge_636_080619_FH10

■ CA-94

Références : *ÉI, volume 5 (milieu humain – Minganie), section 35 (activités récréotouristiques), pages 35-26 et 35-27*

Section 35.2.3 page 35-26 et 27 : « La présence de débris ligneux flottants pourrait, dans certains secteurs des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, compliquer l'accès à l'eau et entraver les déplacements en embarcation. Ce phénomène se manifestera de façon temporaire durant les premières années d'exploitation et s'atténuera avec le temps. Il en est de même de la cime des arbres sans valeur marchande laissés sur pied qui pourraient émerger ou affleurer à la surface des eaux. Après quelques années toutefois, ces arbres seront étêtés par l'action de la glace, par suite de l'abaissement du niveau des réservoirs durant la période hivernale (voir la figure 35-2).

Les débris ligneux flottants proviendront essentiellement des résidus de coupe, des arbres morts et des arbres non récoltés situés dans la partie haute des réservoirs projetés, entre les niveaux d'exploitation maximal et minimal. L'action des agents naturels, tels que la glace, le vent et les vagues, alimentera les réservoirs en débris durant plusieurs années (voir la figure 35-2). Généralement, les débris flottants s'agglomèrent à la surface, en bordure des berges et dans les baies plus en retrait, selon l'orientation des vents dominants. Une partie de ces débris finit par caler, mais ceux qui se trouvent à une faible profondeur reviennent périodiquement à la surface sous l'effet du marnage. Dans les réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, Hydro-Québec ramassera les débris ligneux à proximité des ouvrages hydrauliques (prises d'eau, évacuateurs de crues et autres) si leur accumulation représente une menace pour la sécurité du public et pose des difficultés pour l'exploitation des aménagements hydroélectriques. Les débris ramassés seront séchés et brûlés. »

« Malgré les opérations de nettoyage, il est possible que quelques débris flottent à la surface du réservoir de la Romaine 1 à la fin de sa mise en eau. Le tableau 35-2 présente une estimation de la masse de débris flottants sur les réservoirs du complexe de la Romaine. Les mesures d'atténuation proposées faciliteront la navigation sur les réservoirs, particulièrement sur le réservoir de la Romaine 1 (déboisement de la couronne, rampe de mise à l'eau et signalisation). »

- a) Quel sont les mesures d'atténuation proposées pour faciliter une navigation sécuritaire sur les réservoirs si :
- iv. une grande quantité d'obstructions flotte à la surface ?
 - v. les cimes des arbres qui émergent demeurent présentes de nombreuses années en couronne des réservoirs.
- b) Pourquoi les cimes des arbres qui émergent des réservoirs R0-2, R0-3 et R0-4 ne sont-elles pas taillées comme au réservoir R0-1 ?
- c) De plus, dans le cadre du processus de la Loi sur la protection des eaux navigables (LPEN), Hydro-Québec devra présenter ultérieurement les plans des différents ouvrages assujettis à la LPEN.

Réponse

a) Mesures d'atténuation proposées pour faciliter une navigation sécuritaire sur les réservoirs

Débris flottants

Comme on l'a observé sur tous les réservoirs d'Hydro-Québec, au fil des ans, les débris ligneux flottants s'agglomèrent à la surface de l'eau, en bordure des berges et dans les baies plus en retrait, selon l'orientation des vents dominants et une partie de ces débris finit par couler. Les débris flottants n'occuperont qu'une faible proportion de la superficie des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, évaluée à moins de 0,5 % de celle-ci.

Il est donc fort peu probable qu'ils représentent, à moyen terme, une contrainte majeure limitant la navigation sur de grandes surfaces des réservoirs. Cependant, à certains endroits, ils pourraient compliquer l'accès au plan d'eau en raison de leur concentration.

Comme on le mentionne à la page 47-22 de l'étude d'impact, Hydro-Québec effectuera, à partir du début du remplissage des réservoirs, un suivi de la répartition des débris ligneux et de leur volume estimé sur les réservoirs en vue de définir, s'il y a lieu, des modalités d'intervention adaptées à leur importance. Ce suivi durera au moins neuf ans.

Arbres émergents

Aux réservoirs de la Romaine 2 et de la Romaine 3, les zones riveraines où les cimes d'arbres laissés sur pied émergeront seront, en règle générale, étroites, car les berges y sont relativement escarpées. Après quelques années, les cimes d'arbres morts n'émergeront plus, en raison de l'action d'agents naturels tels que le vent, les vagues et la glace. Il est donc peu probable qu'ils représentent une contrainte à la navigation.

Au réservoir de la Romaine 4, les zones riveraines où émergeront les cimes d'arbres laissés sur pied occuperont aussi de petites superficies. En effet, dans la partie sud du réservoir de la Romaine 4, l'essentiel des volumes de bois marchands sera récupéré, tandis que dans la partie nord, des incendies importants, notamment en 2005, ont détruit de grandes superficies forestières. Les arbres émergents seront donc peu nombreux. Les endroits où émergeront les cimes d'arbres laissés sur pied se trouvent principalement en bordure des rives, sur quelques dizaines de mètres, et dans des baies en retrait. Il est donc peu probable qu'ils représentent une contrainte à la navigation.

Il faut souligner que l'action de la glace sur les arbres laissés en place, par suite de l'abaissement du niveau des réservoirs durant la période hivernale, est un phénomène qui a été observé sur tous les réservoirs d'Hydro-Québec. L'abaissement du niveau des réservoirs du complexe de la Romaine près du niveau d'exploitation minimal chaque hiver, soit du début janvier à la fin d'avril, entraînera une descente de la couverture de glace de quatre à douze mètres selon les réservoirs. L'importance de ces descentes de la couverture de glace permettra, à court ou moyen terme, d'ététer les cimes d'arbres laissés sur place et, ainsi, d'améliorer les conditions de navigation.

Par ailleurs, avant la mise en eau des réservoirs de la Romaine 2, de la Romaine 3 et de la Romaine 4, on pourrait procéder au déboisement complémentaire de certaines zones problématiques.

b) Taille des cimes d'arbres qui émergeront des réservoirs

Au réservoir de la Romaine 1, on ne taillera pas les cimes, mais on abattra les arbres au ras du sol.

Aux trois autres réservoirs, l'abondance des forêts matures a pour conséquence que la récupération des bois marchands se fait sur une grande portion du territoire ennoyé. Ce qui reste, principalement dans les zones de couronne, se trouve dans des endroits extrêmement escarpés et inaccessibles. Des opérations d'abattage et d'élimination des débris y seraient impossibles. De plus, ces zones de couronne en milieu escarpé sont très réduites. Elles se nettoieront rapidement des arbres morts en raison de l'action des glaces et du marnage.

La partie septentrionale du réservoir de la Romaine 4 est située en terrain plus plat. Cependant, cette zone est faiblement couverte par la végétation en raison de la forte dégradation du substrat causée par d'anciens incendies de forêt.

c) Plans des ouvrages assujettis à la Loi sur la protection des eaux navigables

Dans le cadre du processus de la *Loi sur la protection des eaux navigables* (LPEN), Hydro-Québec présentera ultérieurement les plans des différents ouvrages qui y sont assujettis.