

**RÉGULARISATION DES CRUES DU BASSIN VERSANT DU LAC KÉNOGAMI****LOI CANADIENNE SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE****ADDENDA - QUESTIONS ET COMMENTAIRES DES AUTORITÉS FÉDÉRALES  
CONCERNANT L'ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

**PRÉPARÉ PAR  
PÊCHES ET OCÉANS CANADA  
RÉGION DU QUÉBEC**

**JUIN 2002**



## Table des matières

<b>1. PÊCHES ET OCÉANS CANADA / DIRECTION DE LA GESTION DE L'HABITAT DU POISSON.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 COMMENTAIRES GÉNÉRAUX.....</b>	<b>3</b>
Question/Commentaire 1 .....	3
Question/Commentaire 2 .....	3
<b>1.2 INVENTAIRE DE LA FAUNE AQUATIQUE ET DE SES HABITATS .....</b>	<b>3</b>
Question/Commentaire 3 .....	3
Question/Commentaire 4 .....	4
Question/Commentaire 5 .....	4
Question/Commentaire 6 .....	4
Question/Commentaire 7 .....	4
Question/Commentaire 8 .....	5
<b>1.3 CALCUL DES GAINS ET DES PERTES D'HABITATS ET DE PRODUCTION DE L'OMBLE DE FONTAINE .....</b>	<b>5</b>
Question/Commentaire 9 .....	5
<b>1.4 DÉTERMINATION DES DÉBITS RÉSERVÉS ÉCOLOGIQUES DANS LA RIVIÈRE PIKAUBA EN AVAL DU BARRAGE .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.1 Avis global .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2 Fraye printanière de l'éperlan arc-en-ciel et autres espèces et la modélisation des surfaces mouillées .....</b>	<b>8</b>
Question/Commentaire 10 .....	8
Question/Commentaire 11 .....	9
<b>1.4.3 Méthodologie de modélisation des microhabitats (MMM) d'alimentation des salmonidés .....</b>	<b>9</b>
Question/Commentaire 12 .....	9
<b>1.4.4 Modélisation des facteurs abiotiques .....</b>	<b>9</b>
Question/Commentaire 13 .....	9
Question/Commentaire 14 .....	10
Question/Commentaire 15 .....	10
Question/Commentaire 16 .....	11
Question/Commentaire 17 .....	11
Question/Commentaire 18 .....	11
Question/Commentaire 19 .....	12
<b>1.4.5 Courbes de préférence par rapport aux courbes d'utilisation et choix des variables explicatives.....</b>	<b>13</b>
Question/Commentaire 20 .....	13
Question/Commentaire 21 .....	13
Question/Commentaire 22 .....	14
<b>1.4.6 Procédures de validation en modélisation des habitats.....</b>	<b>14</b>
Question/Commentaire 23 .....	14
<b>1.4.7 Logique du choix des débits réservés à partir de modèles .....</b>	<b>15</b>
Question/Commentaire 24 .....	15
<b>1.4.8 Dynamique sédimentologique.....</b>	<b>15</b>
Question/Commentaire 25 .....	15
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>17</b>

**Les questions et commentaires pour lesquels le promoteur devra fournir de l'information additionnelle sont inscrits en italique et identifiés à l'aide de puces.**

## **1. Pêches et Océans Canada / Direction de la gestion de l'habitat du poisson**

### **1.1 Commentaires générés aux**

#### **Question/Commentaire 1**

- *Tel que précisé à la question 87 du document envoyé le 27 mai dernier intitulé « Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Loi canadienne sur l'évaluation environnementale. Questions et commentaires des autorités fédérales concernant l'étude d'impact sur l'environnement. Pêches et Océans Canada, mai 2002 », le MPO est d'avis que suite à la réduction des pertes d'habitats du poisson pour la rivière Pikauba, le promoteur devra documenter les habitats du poisson susceptibles d'être touchés par les différents scénarios envisagés. L'évaluation des impacts devra tenir compte des différentes questions et commentaires qui suivent.*

#### **Question/Commentaire 2**

- *Étant donné la variabilité des données biologiques liée à l'évaluation des densités de poisson, les différents inventaires effectués en 2001 devront être répétés en 2002, suite à la révision des pertes d'habitats du poisson pour la rivière Pikauba. Les commentaires qui suivent sur les méthodologies employées et les inventaires devront refléter ces modifications.*

### **1.2 Inventaire de la faune aquatique et de ses habitats**

Note : Les questions/commentaires reliés à la section 1.2 font référence au document suivant :

Groupe conseil Génivar. Avril 2002. Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Étude d'impact sur l'environnement. Inventaire de la faune aquatique et de ses habitats. Rapport sectoriel présenté à l'Unité Projets-Nouveaux aménagements d'Hydro-Québec. 67 pages + 14 annexes.

#### **Question/Commentaire 3**

*Section 2.3.1.1, p. 3*

- *Préciser les caractéristiques physiques et l'emplacement des différentes sections fermées et ouvertes qui ont servi à la caractérisation de la production.*
- *Préciser les captures effectuées à chaque passe et la méthode de calcul utilisée pour l'établissement des densités de poisson.*

#### **Question/Commentaire 4**

Le rapport indique que « des passages étaient faits jusqu'à ce que tous les spécimens de cette espèce soient capturés ». Les différentes méthodes pour évaluer les densités de poisson (ex : Zippin 1958, Rexstead et Burnham 1991) considèrent qu'une évaluation adéquate des densités de poisson s'effectue à l'aide d'une diminution de 50 % environ dans le nombre de poissons capturés à chaque passe. Un retrait total des poissons d'une station fermée ne peut être confirmé qu'à l'aide d'une station contrôle où on connaît le nombre initial de poisson.

#### **Question/Commentaire 5**

*Section 2.3.3.1, p. 7*

L'inventaire de la rivière Pika n'a été réalisé que le 4 octobre 2001 et aucun nid n'y a alors été dénombré. On pourrait penser que la fraie n'avait pas eu lieu à cette date et c'est pourquoi un inventaire des nids devra être refait à l'automne 2002.

- *Préciser, tel que décrit à la page 7 dans la section méthodologie, pourquoi la concentration de reproducteurs dans la rivière Pika ou à son embouchure n'a pas été documentée ?*

#### **Question/Commentaire 6**

*Section 2.4.4, p. 18, tableau 8*

La productivité de certains secteurs, tel celui du PK 25 (219 ombles) indique que certains secteurs sont très productifs en omble de fontaine. La distribution des captures telle qu'illustrée au tableau 2 de la p. 10 laisse présager que la sélectivité de la pêche électrique en rivière a fait en sorte que peu de poissons ont été capturés par cette méthode. Les estimations des densités de poisson utilisée pour les calculs de Potsafo 2.0 renferment toutes les classes d'âge d'omble de fontaine alors que le modèle requiert la caractérisation des densités de juvéniles des groupes d'âges 0+ et 1+ (Lachance et Bérubé 1999). De plus, d'après l'annexe 13 ainsi que l'annexe 4 du document « Groupe conseil Génivar. Mai 2002. Projet de régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Note technique sur le calcul des gains et des pertes d'habitats et de production de l'omble de fontaine. », environ 17 % des ombles capturés appartenaient aux groupes d'âges 0+ ou 1+, alors que les distributions normalement retrouvées dans les populations de poissons indiquent que les juvéniles représentent une fraction beaucoup plus importante de celles-ci. Le MPO est d'avis que les juvéniles d'ombles de fontaine se retrouvaient majoritairement dans les tributaires de la rivière Pikauba au moment de l'échantillonnage. Les densités indiquées au tableau 8 sous-estiment probablement de façon importante les densités de juvéniles du système de la Pikauba étant donné la grande qualité et la bonne représentativité des tributaires dans le système de la rivière Pikauba.

#### **Question/Commentaire 7**

*Section 2.4.5, p. 19*

Tel qu'indiqué à la question/commentaire précédente, le MPO est d'avis que les densités rencontrées dans le cours principal de la Pikauba ne sont pas représentatives des densités retrouvées sur l'ensemble du système et surtout sous-estiment les densités de 0+ et de 1+

dans les tributaires de la rivière Pikauba affectés par le projet, portion de la population considérée dans la modélisation Potsafo 2.0 comme faisant partie des stades de vie principalement responsables de la production de poisson d'un système.

- *Le promoteur devra faire une caractérisation plus représentative du système en tenant compte des conditions d'utilisation du modèle Potsafo 2.0, en particulier en regard de la date d'échantillonnage et en considérant les densités de juvéniles retrouvées dans les différents types de milieu affectés par la réalisation du projet (tributaires, cours principal, lacs, etc.).*

#### **Question/Commentaire 8**

*Section 2.4.5, tableau 10*

L'étude d'impact du promoteur indique au tableau 5-12, volume 2, p. 5-20, une production totale pour l'ensemble du secteur à l'étude de 1 836 kg/an alors que le rapport sectoriel indique 967 kg/an.

- *Expliquer cette différence majeure entre ces deux évaluations.*

### **1.3 Calcul des gains et des pertes d'habitats et de production de l'omble de fontaine**

Note : Les questions/commentaires reliés à la section 1.3 font référence au document suivant :

Groupe conseil Génivar. Mai 2002. Projet de régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Note technique sur le calcul des gains et des pertes d'habitats et de production de l'omble de fontaine. 10 pages et 2 annexes.

#### **Question/Commentaire 9**

Le MPO réitère son analyse préliminaire, telle que décrite à la question 81 du document « Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Loi canadienne sur l'évaluation environnementale. Questions et commentaires des autorités fédérales concernant l'étude d'impact sur l'environnement. Préparé par Pêches et Océans Canada, région du Québec, mai 2002 », concernant la capacité de production des plans d'eau résiduels en amont du barrage projeté au PK 30.

Suite à une analyse préliminaire, la pérennité de ces plans d'eau serait incertaine pour les raisons suivantes :

- La production potentielle se définit comme : « la quantité totale de tissu élaboré à l'intérieur d'un intervalle de temps, incluant ceux formés par des individus qui ne survivent pas à la fin de cet intervalle (Ivlev 1966) ». Ainsi, puisque le plan d'eau serait maintenu principalement en dehors de la saison de croissance pour la faune aquatique, il semble peu approprié de parler de production de poisson.
- Tel qu'indiqué à la page 5-30, volume 2, « la présence de meuniers et de cyprins et l'absence de tributaires limiteront la production d'omble de fontaine (dans le plan d'eau) ».
- La connexion avec la rivière Pikauba serait possible seulement par un canal de

dérivation qui permettrait à certains individus de retourner au plan d'eau à 400,5 m mais qui ferait en sorte surtout d'isoler la communauté piscicole lors du rabattement du réservoir puisqu'une brisure de pente importante (8 m), tel qu'indiqué à la planche 2-8 (annexe D, vol. 2), ne permettrait aucune circulation sous la cote 412 m.

- La communauté d'insectes benthiques et pélagiques serait en perpétuelle limitation suite au rabattement annuel du réservoir, et ainsi on peut s'attendre à ce que la productivité de la communauté piscicole soit également réduite. Tel qu'indiqué à la page 5-29, « [...] la vidange annuelle de ce dernier (le réservoir) va provoquer l'exondation des rives et des zones de faible profondeur, ce qui, selon toute vraisemblance, empêchera ou limitera l'établissement de la faune benthique, une source de nourriture majeure pour les communautés de poissons ». Il n'y a donc pas lieu de croire que les plans d'eau résiduels possèdent une communauté benthique adéquate pour la communauté piscicole, d'autant plus que la sédimentation engendrée par la vidange annuelle ferait en sorte de recouvrir le fond du réservoir et les organismes qui s'y trouveraient.
- Tel qu'indiqué à la page 4-59, du volume 2 « la décomposition de la matière organique submergée induit une consommation d'oxygène dissous, une diminution du pH, une libération de CO<sub>2</sub>, d'ions et d'éléments nutritifs. [...] et peut conduire à une baisse limitante de la silice pour la productivité biologique. »
- Tel qu'indiqué à la page 4-61, du volume 2, « Selon les hypothèses de calcul, les teneurs en oxygène dissous (dans le réservoir Pikauba) diminueront sensiblement [...] En période d'eau libre, le pourcentage de saturation en oxygène dissous passerait de 90-100 % à 70-80 %, alors qu'en hiver, ce taux devrait atteindre un minimum autour de 50-60 % ». À la page 5-30, du volume 2, on indique que la concentration d'oxygène au moment de la prise des glaces serait de 10 mg/l et que la limite pour la survie des poissons est de 4 mg/l. Ainsi suivant le fait que les organismes aquatiques seront progressivement confinés au fur et à mesure de la vidange du réservoir et les données de réduction d'oxygène dissous de la page 4-61, l'oxygène résiduel pourrait facilement diminuer autour de 4-5 mg/l, soit le seuil de tolérance minimal identifié par le promoteur et rapporté dans la littérature pour les salmonidés, qui représentent des espèces sensibles à l'oxygénation de l'eau (Bjornn et Reiser 1991).
- À la page 4-67, on indique que les simulations effectuées pour la qualité de l'eau correspondent « au pire cas possible », simulés pour un niveau de 415 m en hiver. On peut donc croire, que le pire cas possible pourrait être supérieur aux prévisions lorsque le plan d'eau serait maintenu à 412 m.
- Tel qu'indiqué à la page 5-35 du volume 2, « l'abaissement graduel (lors de la vidange hivernale) permet de réduire les mortalités par assèchement des poissons piégés dans des pochettes » Ainsi, puisqu'il est prévu de réduire rapidement le réservoir entre le 1<sup>er</sup> avril et le 1<sup>er</sup> mai (plusieurs mètres en quelques heures), les poissons captifs du réservoir résiduel pourront être confinés dans de petites superficies aquatiques qui ne permettraient pas leur survie.

À la lumière des incertitudes présentées dans les paragraphes précédents concernant la faible possibilité d'obtenir une communauté piscicole viable dans ce plan d'eau, le MPO est d'avis que la marge de manœuvre associée à la réserve d'eau de la digue B, soit 7,7 hm<sup>3</sup> d'eau emmagasinée, devrait servir à diminuer les pertes d'habitats associées

à l'inondation annuelle du réservoir de la rivière Pikauba plutôt qu'à maintenir des plans d'eau non productifs.

De plus, le MPO est d'avis que la méthode utilisée pour évaluer la productivité en omble de fontaine du futur plan d'eau n'est pas adaptée au projet compte tenu que les conditions d'application de la méthode sont basées sur des indices physiques d'habitats existants et en équilibre, ce qui n'est pas le cas ici.

## **1.4 Détermination des débits réservés écologiques dans la rivière Pikauba en aval du barrage**

Note : Les questions/commentaires reliés à la section 1.4 font référence au document :

Groupe conseil Génivar. Avril 2002. Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Étude d'impact sur l'environnement. Détermination des débits réservés écologiques. Rapport sectoriel présenté à l'Unité Projets-Nouveaux aménagements d'Hydro-Québec. 48 pages et 5 annexes.

### **1.4.1 Avis global**

De l'examen des études présentées par le promoteur à l'appui du régime de débits réservés en aval du barrage Pikauba ressortent quelques points importants à signaler:

1. L'influence sur le régime des écoulements associée au plan de régularisation des crues du réservoir Pikauba ne peut pas être considérée comme une modification majeure mettant en cause, à l'une ou l'autre des saisons hydrologiques, le bon déroulement du cycle vital des espèces présentes dans le cours d'eau en aval du barrage proposé. En effet, malgré les insuffisances méthodologiques signalées ci-après dans ce rapport, il est notable que les dispositions proposées pour s'assurer d'une quantité suffisante d'habitats de qualité dans la rivière Pikauba aux différentes phases du cycle de vie des espèces présentes ne sont à peu près jamais mobilisées par le plan de régularisation des crues de cette rivière.
2. Le choix des différentes méthodologies de modélisation des microhabitats (MMH) piscicoles, (surfaces mouillées ou surfaces utiles définies par l'habitat préférentiel), combinées avec diverses considérations conceptuelles relatives à l'écologie des espèces de poisson présentes dans la rivière Pikauba en aval du barrage projeté semble un choix tout à fait approprié pour définir les limites écologiques minimales de débit en différentes saisons (débits réservés écologiques). Cette méthodologie dite Instream Flow Incremental methodology (IFIM) est considérée comme la norme en la matière dans la plupart des états américains, des provinces canadiennes et de plusieurs états développés du monde. Son développement récent reposant sur l'utilisation de modèles bidimensionnels (2D) de l'écoulement représente le plus récent ajout à la méthode, et cette évolution est considérée comme faisant désormais partie de l'état de l'art en la matière.
3. L'application de la méthodologie de modélisation des microhabitats dans ce projet laisse voir plusieurs insuffisances à différentes étapes du processus d'élaboration des modèles, notamment sur le plan de la validation des outils à l'aide d'ensembles de données indépendants de ceux mobilisés pour calibrer les modèles. Lesdites insuffisances sont signalées dans la suite de ce rapport. Le caractère récent de

l'utilisation de la MMH au Québec, l'absence de normes strictes concernant son utilisation et la nécessité de se doter de critères d'évaluation explicites imposent de signaler ces faiblesses méthodologiques afin que les futurs projets de même nature puissent en tenir compte dès la conception des devis d'étude.

4. Les insuffisances dénotées dans les documents consultés ne mettent pas nécessairement en cause la valeur des conclusions et recommandations proposées, ne serait-ce qu'à cause de la rareté de leur emploi dans le plan de gestion. Étant donné les carences de validation des modèles utilisés, il est très difficile sinon tout simplement impossible d'évaluer le bien-fondé et les incertitudes reliées à leur utilisation.

#### **1.4.2 Fraye printanière de l'éperlan arc-en-ciel et autres espèces et la modélisation des surfaces mouillées**

##### **Question/Commentaire 10**

*Section 2.4.1, p. 8*

Concernant la fraye printanière de l'éperlan arc-en-ciel et d'autres espèces, on mentionne que la méthode de la surface mouillée, variante de la méthode du périmètre mouillé, a été appliquée afin de maintenir le maximum de surface inondée possible sans aller au-delà d'un débit qui n'ajoute presque plus rien. Étant donné les exigences pour ce genre de fraye qui ne dépend pas du substrat, une telle méthode semble appropriée. Cependant, la modélisation hydraulique réalisée avec le modèle HEC-RAS à partir de 70 sections transversales de rivière entre l'embouchure de la Pikauba et le PK 30,2 (1/450 m) est très peu documentée de sorte qu'il est difficile de l'évaluer. Bien que l'outil lui-même (HEC-RAS) soit bien connu et largement utilisé en ingénierie pour établir les niveaux en fonction du débit (études d'inondation, par exemple), son utilisation laisse place à des marges d'incertitude qui peuvent devenir très significatives en l'absence de procédures appropriées de calibration-validation avec des mesures de débit et de niveau d'eau. De plus, la valeur des coefficients de friction utilisés ( $n$  de Manning) peut varier significativement en fonction de l'extension du domaine mouillé, lui-même relié au débit. Cette section du rapport nécessite donc une meilleure documentation notamment vis-à-vis des interrogations suivantes :

- *Comment ont été sélectionnées les sections transversales (critères d'accessibilité, d'hydraulique, de variabilité topographique, etc.)?*
- *Quelle est la procédure typique de simulation des niveaux d'eau appliquée aux sections transversales? Est-elle basée sur la ligne d'eau entre les transects (pente), sur la construction de courbes de tarage ponctuelles aux transects (sans égard à la pente ou aux transects adjacents), ou autres?*
- *Les lignes d'eau simulées ont-elles été calibrées et validées? À quel(s) débit(s)?*
- *Quelle est l'incertitude typique (erreur) résultant de la démarche appliquée?*



### Question/Commentaire 11

*Section 2.4.1, p. 8*

L'extrapolation des résultats de périmètre mouillé en surface mouillée en faisant intervenir la distance entre les transects correspond tout simplement à une pondération des transects par la distance qui les sépare.

- *Cette méthode d'agrégation de l'ensemble des résultats de sections apporte-t-elle une information additionnelle significative eût égard à la variabilité naturelle de la largeur des cours d'eau?*

### 1.4.3 Méthodologie de modélisation des microhabitats (MMMh) d'alimentation des salmonidés

#### Question/Commentaire 12

*Section 2.4.2, p. 9*

La méthodologie de modélisation des microhabitats (MMMh) désignée par l'expression IFIM (l'Instream Flow Incremental Methodology du US Fish & Wildlife proposée en 1978) est une méthode mondialement reconnue pour établir des débits réservés. Cependant, la MMMh pose certaines difficultés de validation du modèle d'habitat qui sous-tendent la représentativité du modèle de préférences abiotiques applicables aux espèces cibles. Dans les circonstances, plusieurs interrogations demeurent sans réponse dans le document étudié.

- *À l'instar des travaux de validation du modèle d'alimentation du saumon de la rivière Moisie (Génivar, 1994), la méthode de MMMh présentée ici comporte-t-elle une étape de validation permettant de vérifier si le modèle biologique employé reproduit adéquatement la distribution des individus observés?*
- *Le cas échéant (étape de validation), les données de distribution utilisées se distinguent-elles du jeu de données utilisé pour établir le modèle de préférence?*

### 1.4.4 Modélisation des facteurs abiotiques

#### Question/Commentaire 13

*Section 2.4.2.2, p. 11*

Si, dans la plupart des pays, surtout les USA, la MMMh a pris son expansion en faisant usage de modèles unidimensionnels, voire de mesures directes du débit, elle a beaucoup progressé au cours des dernières années, notamment au Québec, avec l'emploi de modèles hydrodynamiques bidimensionnels qui procurent une image beaucoup plus précise des phénomènes hydrauliques, moyennant cependant que certaines conditions soient satisfaites quant à la validité et la précision du modèle de terrain et aux procédures de calibration-validation hydrodynamiques appliquées. Le rapport souligne à juste titre que la modélisation 2D des écoulements (...pour des fins biologiques) nécessite une connaissance approfondie de la bathymétrie et des substrats du site d'étude. La méthode appliquée mentionne la prise de mesures topographiques en 1089 points sur un tronçon de 1 km environ. De plus, les données prélevées étant normalement transférées par

interpolation sur un maillage de calcul hydrodynamique, le résultat est à proprement parler un Modèle Numérique de Terrain (MNT) lequel devrait, en tant que modèle, être sujet à des procédures de validation, du moins pour sa composante topographique (MNE).

- *Quelle était la densité moyenne de points de mesure de la topographie du site et quelle logique a présidé à leur sélection?*
- *Le rendu du modèle numérique d'élévation (MNE) tel qu'obtenu par le maillage de calcul hydrodynamique a-t-il été validé graphiquement ou autrement par rapport aux mesures originales? Quelle est l'erreur numérique moyenne reliée au transfert de l'information sur le maillage hydrodynamique?*

#### **Question/Commentaire 14**

*Section 2.4.2.2, p. 11*

Concernant les substrats, la méthode de caractérisation repose sur l'appréciation visuelle de la taille des grains, soit directement sur le terrain (en plongée) ou à partir de photographies aériennes à haute résolution. Elle tient compte également du pourcentage de présence de chacune des classes granulométriques au sein d'une surface élémentaire d'observation.

- *Comment ont été formés le(s) observateur(s) pour effectuer ces mesures et quelle en est la marge d'erreur?*
- *Comment sont calibrées les images numériques (photographies aériennes) et quelles sont les limites inhérentes à une telle approche?*
- *Que signifie exactement le pourcentage de présence des classes granulométriques au sein d'une surface homogène? Quel est le critère d'homogénéité appliqué?*

#### **Question/Commentaire 15**

*Section 2.4.2.2, p. 11*

Le rapport mentionne que le modèle utilisé pour effectuer les simulations hydrodynamiques est AQUADYN, qui est basé sur la résolution aux éléments finis des équations de Saint-Venant intégrées dans la verticale. La seule mention du nom de l'outil en guise de référence n'est pas suffisante pour qu'on puisse en évaluer les hypothèses sous-jacentes et la qualité des résultats produits, non plus que son acceptation par la communauté scientifique.

- *Quelles sont les références bibliographiques et publications scientifiques inhérentes au logiciel AQUADYN permettant d'en connaître la structure (l'approximation nodale de l'élément, par exemple) et supportant sa valeur et son acceptation par la communauté des hydrauliciens numériques?*
- *Le modèle AQUADYN permet-il de délimiter adéquatement les aires recouvertes d'eau (ou découvertes) à faible débit? A-t-on procédé à une validation de la superficie et de la délimitation des aires mouillées?*

### Question/Commentaire 16

*Section 2.4.2.2, p. 16*

Comme tout modèle, le modèle hydrodynamique doit être calibré (étalonné) et validé par rapport aux variables abiotiques qui seront par la suite mises à contribution pour la modélisation d'habitats, soit les débits, les vitesses d'écoulement et les niveaux d'eau, ces derniers déterminant les profondeurs lorsque combinés à la topographie (MNE). D'une incertitude trop prononcée voire, systématiquement biaisée entachant les résultats de ces variables peuvent découler des imprécisions importantes dans les résultats de disponibilité d'habitats. Or, dans le rapport, l'étalonnage du modèle ne fait état que des résultats en niveau d'eau sans égard aux vitesses. De plus, aucun résultat de validation n'est présenté qu'il s'agisse des débits, des vitesses ou des niveaux d'eau. Quant aux profondeurs, dont la valeur résulte à la fois de l'adéquation du MNE et de la validité des niveaux d'eau simulés, aucune démarche validant les résultats n'est présentée.

- *L'étalonnage du modèle hydrodynamique a-t-il tenu compte des vitesses de courant? Le cas échéant, quels sont les niveaux de corrélation ( $R^2$ ) obtenus entre les mesures et les simulations? L'erreur inhérente est-elle systématique ou aléatoire?*

### Question/Commentaire 17

*Section 2.4.2.2, p. 16*

Par ailleurs, à l'examen des coefficients de frottement utilisés lesquels sont liées algébriquement à la taille des rugosités, certaines valeurs se situent dans des gammes paradoxalement élevées (Tableau 1 : classes BGV, GCB, SCG et GBCSV à 0,12) soit près du double et parfois plus que ce que l'expérience laisserait supposer comme maximum absolu. De tels ajustements hors norme cachent parfois d'autres anomalies liées aux mesures (topographie, notamment) ou à la représentativité du modèle de terrain et/ou des conditions limites. De plus, toujours au chapitre de la paramétrisation, aucune mention n'est faite des coefficients de viscosité turbulente et numérique lesquels peuvent influencer très significativement (lissage excessif) les résultats en vitesse en particulier si la morphologie du cours d'eau est complexe et comporte des singularités (compressions et cisaillements turbulents).

- *Une explication des valeurs anormalement élevées de coefficient de frottement pour certaines classes de substrat a-t-elle été recherchée?*
- *Quel est le modèle de fermeture sur la viscosité turbulente utilisé dans AQUADYN pour les fins du projet et quelles valeurs typiques ont servi pour l'étalonnage de ce modèle hydrodynamique?*
- *Une validation des résultats hydrodynamiques a-t-elle été effectuée? Le cas échéant, quelles sont les variables ayant été soumises à cet exercice et quels sont les résultats de l'exercice?*

### Question/Commentaire 18

*Section 2.4.2.2, p. 16*

Le choix des conditions aux limites peut s'avérer très important pour la qualité des résultats obtenus. Dans le cas présent, le patron de conditions aux limites comprend un

débit à l'amont du site et un niveau en aval ce qui représente une approche assez courante et reconnue. Dans ce cas, une première validation passe par la comparaison des niveaux d'eau. Dans le cas où une configuration niveau-niveau est utilisée, c'est par le débit simulé qu'on vérifie globalement le bon comportement avant d'examiner les résultats à l'échelle locale. La courbe de tarage en aval du modèle est très déterminante dans les deux cas de figure. Habituellement, la courbe de tarage est établie à l'aide de mesures de niveau d'eau prises simultanément avec des jaugeages permettant d'évaluer le débit au même moment. Quelques points d'observation sont requis pour caler la(les) courbe(s) recherchée(s). La nécessité de deux courbes est requise dans la configuration niveau-niveau. Dans la présente étude, la courbe de tarage (aval du domaine) a été établie en faisant usage d'un autre modèle, le logiciel HEC-RAS, une procédure inusitée en apparence tautologique et paradoxale (alimenter un modèle hydraulique détaillé avec un autre modèle simplifié) pour obtenir une information si déterminante à la frontière, car cet outil requiert lui-même l'imposition de conditions frontières et une calibration de coefficients de frottement. De plus, l'approche est basée sur l'hypothèse d'un écoulement hypothétique de profondeur normale, et faiblement varié, situation qui se retrouve habituellement dans un tronçon rectiligne de forme homogène (uniforme), ce qui ne semble pas le cas dans la situation présente où la frontière a été fixée immédiatement à l'aval de la confluence de deux bras de rivière, le bras principal ouest (figure 5, p. 15) formant même une boucle de près de 180 degrés avec l'axe de la confluence.

- *Quel est le degré d'incertitude sur le niveau d'eau lié à l'approche retenue pour déterminer la condition frontière du modèle hydrodynamique 2D du tronçon à l'étude?*
- *Pourquoi l'approche par caractérisation directe de la courbe de tarage n'a-t-elle pas été utilisée pour établir la condition frontière?*

### **Question/Commentaire 19**

*Section 2.4.2.2, p. 20*

Les courbes de calibration présentées à la figure 7 donnent une longueur de profil de 1000 m pour le bras principal est, et de 735 m pour le bras ouest alors que, sur la carte de la figure 5 (p.15), le bras principal ouest est définitivement le plus long compte tenu de sa sinuosité. À l'examen de ces graphiques, on constate des écarts de niveau d'eau de près de 25 cm à 400 m en aval de la frontière amont (sur le bras est d'après le graphique, plus probablement sur le bras ouest en admettant une erreur de désignation). En considérant les profondeurs à cet endroit qui se situent autour de 50 cm, l'erreur relative sur la profondeur serait typiquement de 50% ce qui n'est pas négligeable. Une telle erreur est possiblement due à des carences du MNE à cet endroit, ou encore à une mauvaise calibration des paramètres de résistance du modèle. De telles erreurs sont également observables ailleurs dans le domaine de simulation. À plus faible débit, la profondeur totale diminuant encore plus, l'erreur relative tendrait à devenir encore plus importante. Comparée aux indices de qualité de l'habitat, la gamme des profondeurs impliquée se situe au voisinage des valeurs optimales et toute déviation importante peut induire une erreur locale importante sur la valeur d'habitat. La vitesse d'écoulement étant elle-même dépendante des profondeurs, on peut également s'attendre à une erreur aussi significative pour cette variable.

- *Y aurait-il erreur sur la figure 7 quant à la désignation des graphiques présentés?*
- *A-t-on recherché une explication pour les écarts observés sur le niveau d'eau à l'endroit mentionné et ailleurs dans le domaine?*
- *De telles incertitudes peuvent-elles porter à conséquence sur l'estimation de la disponibilité d'habitats et conséquemment sur la valeur du débit réservé?*

#### **1.4.5 Courbes de préférence par rapport aux courbes d'utilisation et choix des variables explicatives**

##### **Question/Commentaire 20**

Dans la pratique, la modélisation des microhabitats s'effectue normalement à l'aide de *courbes de préférence* en fonction des variables abiotiques jugées déterminantes pour la sélection de leur territoire par les poissons aux différents stades de leur cycle de vie. Ces variables sont habituellement la *vitesse* de l'écoulement et la *profondeur*, c'est-à-dire, celles liées directement à la valeur du débit, ainsi que celles moins directement influencées par l'hydrologie mais nécessaires pour la sélection du territoire comme le substrat. À celles-ci peuvent éventuellement s'en ajouter d'autres comme par exemple la température ou le couvert végétal en rive, dont la valeur peut aussi être influencée par le débit et qui peuvent jouer un rôle important dans la disponibilité des habitats. À la limite, la présence d'espèces compétitrices ou prédatrices peut aussi influencer significativement l'utilisation de l'habitat par une espèce.

- *Étant donné que la régularisation des débits de la Pikauba aura une certaine influence sur la température des eaux, pourquoi cette variable n'a-t-elle pas été prise en considération, ne serait-ce que qualitativement dans l'analyse de la valeur d'habitat aux différentes phases du cycle de vie des espèces cibles considérées dans la modélisation?*

##### **Question/Commentaire 21**

Concernant le facteur *substrat*, différentes méthodes plus ou moins sophistiquées ont été essayées dans le passé pour lier cette variable à la valeur d'habitat, approches qui sous-tendent le mode d'expression de la variable (diamètre moyen, assemblage de classes granulométriques, etc.). Ces différents modes peuvent être traités de différentes façons pour obtenir une valeur d'habitat: avis d'expert sur la valeur d'un assemblage donné, histogramme d'utilisation par rapport au diamètre moyen, ou par rapport au diamètre de chaque classe prise individuellement et construction d'un indice global de substrat (l'approche utilisée pour Pikauba, voir p. 22)

- *Comment peut-on établir la valeur individuelle d'habitat de chaque classe de substrat présente dans le milieu alors que les observations de présence de poisson sont toutes en relation avec des assemblages?*
- *Le choix de calculer l'indice de base du substrat à partir d'une moyenne arithmétique des diamètres de l'assemblage pondérée par le % de préférence est-il une innovation ou est-ce supporté par la bibliographie?*

## Question/Commentaire 22

Les *courbes de préférence* sont établies en tenant compte de la disponibilité des conditions abiotiques dans le milieu et de leur utilisation actuelle par la population cible, ces variables étant caractérisées sur le terrain. L'échantillon de données pour ce faire est construit à l'aide d'observations abiotiques aux sites de présence et/ou d'absence de poissons réalisées selon une distribution aléatoire ou systématique de placettes dans le site d'étude. Si la démarche ne tient pas compte de la disponibilité des conditions abiotiques dans le milieu, on en déduit alors des *courbes d'utilisation* qui reflètent en partie la valeur d'habitat mais ne sont pas considérées aussi représentatives que les courbes de préférence. Par ailleurs, de nouvelles approches *multivariées* ont été proposées récemment dans la bibliographie faisant notamment usage de *régressions logistiques*, approches qui procurent des résultats très supérieurs aux courbes de préférence aux étapes de validation du modèle biologique. Un des avantages constatés des régressions logistiques est de tenir compte de l'interdépendance des variables abiotiques dans la construction du modèle ce que ne permet pas l'approche par courbes de préférence. Par contre, cette nouvelle méthode ne fait pas encore partie de la pratique reconnue dans le milieu bien que soutenue par une solide bibliographie.

- *Pourquoi les auteurs de l'étude ont-ils choisi de baser l'évaluation de la disponibilité d'habitats sur des courbes d'utilisation plutôt que sur des courbes de préférence ou mieux encore sur des régressions logistiques pour quantifier la disponibilité des habitats d'alimentation des salmonidés en aval de l'ouvrage Pikauba?*

## 1.4.6 Procédures de validation en modélisation des habitats

### Question/Commentaire 23

De façon générale, la pratique de la modélisation, quel que soit le domaine d'application, laisse entière liberté au modélisateur quant aux choix des modes de représentation des variables indépendantes et de leur traitement en vue de reproduire le comportement des variables dépendantes. L'important est de pouvoir démontrer en bout de ligne que l'approche est efficace : c'est l'étape de la *validation*. Si la validation est convaincante, les choix réalisés pour y arriver deviennent bien moins discutables dans la mesure où l'on assure de rester dans les limites du domaine de validité de l'approche retenue. Pour ce faire, les formalismes choisis, leur paramétrisation et l'ajustement des paramètres peuvent comporter des doses importantes d'arbitraire à condition cependant que le résultat soit probant. Il est nécessaire pour réaliser cette approche de disposer de jeux de données en nombre suffisant (minimum 2) pour au moins distinguer l'étape de calibration du modèle des étapes ultérieures de validation. Le domaine de validité doit aussi être délimité car un modèle peut difficilement être jugé extrapolable si l'on ne dispose pas d'une argumentation solide (postulats) pour supporter l'extension du modèle dans le domaine d'extrapolation.

- *Au-delà des choix méthodologiques effectués à toutes les étapes du processus, la modélisation des habitats d'alimentation en aval de l'ouvrage principal de Pikauba a-t-il fait l'objet d'une étape de validation afin de démontrer le bien-fondé des choix réalisés? Laquelle? Quels en sont les résultats?*

### 1.4.7 Logique du choix des débits réservés à partir de modèles

#### Question/Commentaire 24

La détermination d'un débit réservé à partir de courbes de disponibilité d'habitat en fonction du débit est loin de représenter un « état de l'art » homogène dans la communauté scientifique et plusieurs approches de gestion ont été proposées. La prise en considération de l'hydrologie existante ou modifiée par la régularisation représentent évidemment une donnée fondamentale pour former un jugement. Le choix d'un débit particulier parmi l'ensemble des possibilités du régime d'écoulement est davantage le résultat d'une appréciation de la réponse écologique du milieu que d'une décision formelle. C'est pourquoi, compte tenu de l'incertitude du processus, une telle décision doit être prise en fonction de sa fréquence d'utilisation et de l'ensemble de la situation réelle qui adviendra suite à la mise en place des aménagements. Quand on considère les hydrogrammes résultants aux différents sites d'étude situés entre l'ouvrage principal et l'embouchure de la Pikauba, on se rend compte que la régularisation proposée nécessite très rarement le recours aux débits réservés, ce qui limite considérablement les craintes liées aux incertitudes de la démarche. Ainsi, au site du PK 30,2 (figure 16, p. 43), l'hydrogramme résultant en été se confond pratiquement avec l'hydrogramme naturel la très grande majorité du temps et le débit réalisé se situe nettement dans la gamme des valeurs optimales de disponibilité de l'habitat. Cependant, cette situation particulièrement favorable à l'application de modèles ne saurait faire oublier d'autres situations ou projets où les règles de débits réservés devraient être mobilisées beaucoup plus souvent. L'adoption sans questionnement de la présente proposition pourrait créer un dangereux précédent pour les projets conçus pour une exploitation « en pointe » et il apparaît nécessaire de mieux justifier l'approche retenue pour le présent projet.

- *Comment justifie-t-on écologiquement l'hypothèse d'équivalence exacte entre deux valeurs égales de disponibilité d'habitats rencontrées de part et d'autre de la valeur optimale de la courbe de disponibilité d'APU en fonction du débit?*
- *Dans des conditions équivalentes aux apports naturels observés antérieurement, quelle serait la fréquence d'utilisation par année et pour chaque phase des débits réservés selon le mode d'exploitation proposé?*

### 1.4.8 Dynamique sédiment ologique

#### Question/Commentaire 25

La plupart des projets de régularisation à des fins hydroélectriques ou de contrôle des crues exceptionnelles prévoient l'écrêtement des pointes de débit et le stockage temporaire des apports correspondants, ce qui permet une utilisation plus efficace de la ressource et la protection contre les dommages d'inondation. Cependant, la morphologie des cours d'eau et la composition granulométrique des substrats présents dans le lit du cours d'eau dépendent en bonne partie de débits de crues (débits formateurs) qui contribuent à l'apport de nouveaux matériaux et au nettoyage des sédiments et alluvions déposés lors d'événements antérieurs (débits d'entretien). Dans la méthodologie de modélisation des microhabitats, la relation de dépendance entre le débit et les variables abiotiques ne concerne que la vitesse et la profondeur, la nature du substrat étant

considérée comme invariante. Cette hypothèse sous-jacente n'est pas toujours explicitée; elle nécessite pourtant d'être vérifiée car toute dérive dans la composition granulométrique des substrats pourrait invalider l'ensemble de la démarche visant la protection des habitats. Dans le cas présent, il ne semble pas que cette préoccupation ait été identifiée comme significative au point de recevoir un quelconque traitement dans l'étude d'impact et dans les propositions de contraintes à la régularisation. Dans d'autres situations cependant, il pourrait s'avérer nécessaire de tenir compte de la dynamique saisonnière des écoulements afin de prémunir contre un ensablement excessif des substrats qui peut s'avérer dommageable pour des fonctions vitales (fraye, incubation des oeufs, alimentation) des espèces présentes ou des maillons inférieurs de la chaîne alimentaire.

- *Le régime d'écoulement proposé permettra-t-il de maintenir la qualité des substrats et dans l'incertitude, des mesures de suivi ont-elles été prévues pour s'en assurer?*
- *En cas de défaut du mode d'exploitation proposé d'assurer le maintien de la qualité des substrats présents, des règles de gestion additionnelles relatives au débit d'entretien ont-elles été envisagées?*



## Références

- Bjornn, T.C. et D.W. Reiser. Habitat requirements of salmonids in streams, Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats. American Fisheries Society Special Publication, 1991, vol. 19, p. 83-138.
- Ivlev, V.S. The biological productivity of waters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1966, vol. 23, p. 1727-1759.
- Lachance, S. et P. Bérubé. 1999. Programme de calcul de la production potentielle de l'omble de fontaine en rivière, (Potsafo 2.0). Faune et Parcs Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec. 26 p.
- Rexstead, E., and K. Burnham. 1991. User's guide for interactive program CAPTURE. Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Fort Collins, Colorado, USA. 29 p.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. Journal of Wildlife Management, vol 22, 82-90.

