

**Record Number:** 25160  
**Author, Monographic:** Leclerc, M.  
**Author Role:**  
**Title, Monographic:** Questions et commentaires relatifs à la détermination des débits réservés écologiques pour le projet Pikauba au Saguenay  
**Translated Title:**  
**Reprint Status:**  
**Edition:**  
**Author, Subsidiary:**  
**Author Role:**  
**Place of Publication:** Québec  
**Publisher Name:** INRS-Eau, Terre & Environnement  
**Date of Publication:** 2002  
**Original Publication Date:** Juin 2002  
**Volume Identification:**  
**Extent of Work:** 14  
**Packaging Method:** pages  
**Series Editor:**  
**Series Editor Role:**  
**Series Title:** INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche  
**Series Volume ID:** 620  
**Location/URL:**  
**ISBN:** 2-89146-484-2  
**Notes:** Rapport annuel 2002-2003  
**Abstract:** Numéro de rapport et ISBN fourni par Geneviève le 18 juin 2002 / # de rapport et d'ISBN demandés par M.Leclerc le 18 juin 2002  
5.00\$  
**Call Number:** R000620  
**Keywords:** rapport/ ok/ dl

Questions et commentaires relatifs à la  
détermination des débits réservés écologiques pour  
le projet Pikauba au Saguenay

**Rapport No. 620**

***Questions et commentaires relatifs à la détermination des débits réservés  
écologiques pour le projet Pikauba au Saguenay***

par

**Michel Leclerc, PhD., professeur**

***Questions et commentaires relatifs à la détermination des débits réservés  
écologiques pour le projet Pikauba au Saguenay***

par

Michel Leclerc, PhD., professeur

Rapport # INRS-Eau, Terre & Environnement #R620

Juin 2002

Pour fins de citation : Leclerc, M. (2002). Questions et commentaires relatifs à la détermination des débits réservés écologiques pour le projet Pikauba au Saguenay. Pour le compte de Pêches et Océans Canada – Protection de l’habitat du poisson et de l’Environnement. Rapport INRS-ETE #R620. Juin. 13 pages

ISBN – 2-89146-484-2

© INRS-ETE

## **Table des matières**

<b>Avis global</b>	<b>1</b>
<b>Sur la fraye printanière de l'éperlan arc-en-ciel et d'autres espèces et la modélisation des surfaces mouillées</b>	<b>2</b>
<b>Sur la méthodologie de modélisation des microhabitats (MMM) d'alimentation des salmonidés</b>	<b>3</b>
<b>Sur la modélisation des facteurs abiotiques</b>	<b>3</b>
<b>Courbes de préférence – vs – courbes d'utilisation et choix des variables explicatives</b>	<b>6</b>
<b>Sur les procédures de validation en modélisation des habitats</b>	<b>8</b>
<b>Sur la logique du choix des débits réservés à partir de modèles</b>	<b>8</b>
<b>Sur la dynamique sédimentologique</b>	<b>9</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>10</b>

## Avis global

De l'examen des études présentées par Hydro-Québec (2002; Génivar, 2002a,b) 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 considéré 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 rapports 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.

## Sur la fraye printanière de l'éperlan arc-en-ciel et d'autres espèces et la modélisation des surfaces mouillées

Section visée : 2.4.1 (Génivar, 2002b), p.8.

**COMMENTAIRE** : 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, un 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 Génivar, réalisée en fait à l'interne par Hydro-Québec, nécessite donc une meilleure documentation notamment vis-à-vis des interrogations suivantes :

**Question #1** : *Comment ont été sélectionnées les sections transversales (critères d'accessibilité, d'hydraulique, de variabilité topographique..)?*

**Question #2** : *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)?*

**Question #3** : *Les lignes d'eau simulées ont-elles été calibrées et validées? À quel(s) débit(s)?*

**Question #4** : *Quelle est l'incertitude typique (erreur) résultant de la démarche appliquée?*

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

**Question #5** : *Cette méthode d'agrégation de l'ensemble des résultats de sections apporte-t-elle une information additionnelle significative eu égard à la variabilité naturelle de la largeur des cours d'eau?*

## Sur la méthodologie de modélisation des microhabitats (MMMh) d'alimentation des salmonidés

**Section visée** : 2.4.2 (Génivar, 2002b), p. 9.

**COMMENTAIRE** : 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 rapport Génivar.

**Question #6** : *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?*

**Question #7** : *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?*

## Sur la modélisation des facteurs abiotiques

**Section visée** : 2.4.2.2, Génivar 2002b, p. 11

**COMMENTAIRE** : 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 Génivar 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).

**Question #8** : *Quelle était la densité moyenne de points de mesure de la topographie du site et quelle logique a présidé à leur sélection?*

**Question #9** : *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?*

**COMMENTAIRE :** 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.

**Question #10 :** *Comment ont été formés le(s) observateur(s) pour effectuer ces mesures et quelle en est la marge d'erreur?*

**Question #11 :** *Comment sont calibrées les images numériques (photographies aériennes) et quelles sont les limites inhérentes à une telle approche?*

**Question #12 :** *Que signifie exactement le pourcentage de présence des classes granulométriques au sein d'une surface homogène? Quel est le critère d'homogénéité appliqué?*

**Section visée :** 2.4.2.2 Génivar 2002b, p. 11

**COMMENTAIRE :** Le rapport Génivar 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.

**Question #13 :** *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?*

**Question #14 :** *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?*

**Section visée :** 2.4.2.2 Génivar 2002b, p. 16

**COMMENTAIRE :** 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 Génivar, 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.

**Question #15 :** *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?*

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).

**Question #16 :** *Une explication des valeurs anormalement élevées de coefficient de frottement pour certaines classes de substrat a-t-elle été recherchée?*

**Question #17 :** *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?*

**Question #18 :** *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?*

**COMMENTAIRE :** 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.

**Question #19 :** *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?*

**Question #20 :** *Pourquoi l'approche par caractérisation directe de la courbe de tarage n'a-t-elle pas été utilisée pour établir la condition frontière?*

**Section visée :** 2.4.2.2, Génivar 2002b, p. 20

**COMMENTAIRE :** 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.

**Question #21 :** *Y aurait-il erreur sur la figure 7 quant à la désignation des graphiques présentés?*

**Question #22 :** *A-t-on recherché une explication pour les écarts observés sur le niveau d'eau à l'endroit mentionné et ailleurs dans le domaine?*

**Question #23 :** *De telles incertitudes peuvent-elles porter à conséquence sur l'estimation de la disponibilité d'habitats et conséquemment sur la valeur du débit réservé?*

## **Courbes de préférence – vs – courbes d'utilisation et choix des variables explicatives**

**COMMENTAIRE :** 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.

**Question #24 :** *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?*

**COMMENTAIRE :** 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)

**Question #25 :** *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?*

**Question #26 :** *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?*

**COMMENTAIRE :** 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.

**Question #27 :** *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 des régressions logistiques pour quantifier la disponibilité des habitats d'alimentation des salmonidés en aval de l'ouvrage Pikauba?*

## Sur les procédures de validation en modélisation des habitats

**COMMENTAIRE** : 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.

**Question #28** : *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?*

## Sur la logique du choix des débits réservés à partir de modèles

**COMMENTAIRE** : 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.

**Question #29** : *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?*

**Question #30** : *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?*

## **Sur la dynamique sédimentologique**

**COMMENTAIRE** : 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 œufs, alimentation) des espèces présentes ou des maillons inférieurs de la chaîne alimentaire.

**Question #31** : *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?*

**Question #32** : *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?*

## **Bibliographie**

Hydro-Québec (2002). Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami – Étude d'impact. Rapport en 4 volumes. Janvier

Génivar (Groupe conseil) (2002a). 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.

Génivar (Groupe conseil) (2002b). 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. 487 pages + 5 annexes.