

*Simulation diverses d'apports naturels au  
lac Kénogami et de scénarios de laminage  
du lac*

**Simulations diverses d'apports naturels au  
lac Kénogami et de scénarios de laminage du lac**

**Proposition à AXOR Experts-Conseils Inc.**

par

Jean-Pierre Fortin

Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau  
2800, rue Einstein, Case postale 7500, SAINTE-FOY (Québec), G1V 4C7

Mars 1997



# TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX .....	iv
LISTE DES FIGURES .....	iv
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ACTIVITÉS PROPOSÉES .....</b>	<b>3</b>
2.1 Acquisition des données nécessaires au projet .....	3
2.1.1 Acquisition des données descriptives du bassin .....	3
2.1.2 Acquisition des données hydrométriques et météorologiques .....	3
2.1.3 Validation des données numériques sur le bassin .....	4
2.2 Préparation de la base de données descriptives du bassin du lac Kénogami .....	5
2.2.1 Importation, sélection et traitement préliminaire de données pour la région désirée .....	5
2.2.2 Structuration des caractéristiques du bassin versant par unités hydrologiques .....	5
2.3 Application du modèle HYDROTEL au bassin du lac Kénogami .....	6
2.3.1 Préparation des données hydrométriques et météorologiques .....	6
2.3.2 Entrée des caractéristiques quantitatives de l'occupation du territoire et des types de sol .....	6
2.3.3 Étalonnage du modèle à un pas de temps journalier .....	6
2.3.4 Validation de l'étalonnage .....	7
2.3.5 Étalonnage du modèle au pas de temps horaire en vue de la prévision .....	7
2.4 Rédaction du rapport d'étape sur les résultats d'étalonnage du modèle .....	7
2.5 Prévision des apports pour les 3 et 6 prochaines heures .....	8
2.5.1 Préparation des scénarios de prévision .....	8
2.5.2 Réalisation et analyse des scénarios de prévision .....	8
2.6 Simulation de la crue maximale probable (originale et corrigée) .....	8
2.6.1 Préparation des fichiers de précipitations et conditions hydrologiques préalables .....	8
2.6.2 Simulation et analyse de la crue maximale probable (originale et corrigée) .....	9
2.7 Simulation de divers scénarios de laminage de crue .....	9
2.7.1 Préparation des scénarios de laminage .....	9
2.7.2 Réalisation et analyse des scénarios de laminage .....	9
2.8 Rapport final .....	10
<b>3 ACTIVITÉS COMPLÉMENTAIRES POSSIBLES .....</b>	<b>11</b>
<b>4 PERSONNEL, ÉCHÉANCIER ET COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU   PROJET .....</b>	<b>13</b>
4.1 Personnel affecté au projet .....	13
4.2 Temps alloué, en jours, pour la réalisation du projet .....	13
4.3 Coûts salariaux .....	14
4.4 Échéancier .....	14
4.5 Frais divers .....	14

4.6 Enveloppe budgétaire .....	15
4.7 Modalités de paiement .....	15

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1: Temps alloué en jours pour la réalisation du projet .....	16
Tableau 4.2: Coût salariaux pour la réalisation du projet .....	17
Tableau 4.3: Échéancier pour la réalisation du projet .....	18

# 1 INTRODUCTION

---

En juillet 1996, survenaient au Saguenay et sur la rive nord du Saint-Laurent, à l'est de Québec, des inondations catastrophiques. Des secours ont été rapidement organisés pour venir en aide aux sinistrés et tenter de sauver ce qui pouvait encore l'être. Les divers paliers de gouvernements ont aussi mis à la disposition des sinistrés des indemnisations pour les aider à repartir à neuf, certains ayant tout perdu. Une commission d'enquête, la commission Nicolet, a aussi été mise sur pied pour tenter d'analyser comment de telles inondations avaient pu se produire, d'autant plus que des digues avaient cédé. La gestion des barrages avait-elle fait défaut? Les digues étaient-elles bien entretenues? Les inondations auraient-elles pu être évitées?

On peut se retrouver du côté des sinistrés ou du côté des organismes qui sont pointés du doigt et qui, au dire des premiers auraient pu, sinon éviter tout au moins diminuer les inondations. Que l'on soit d'un côté ou de l'autre, il importe de pouvoir baser ses arguments sur les chiffres les plus objectifs et réalistes possibles, compte tenu des informations disponibles. C'est le mandat accepté par l'INRS-Eau de AXOR Experts-Conseils Inc.

Dans les pages suivantes, on trouvera une description du mandat proposé, du personnel qui travaillera à la réalisation de ce mandat, des coûts associés et de l'échéancier.



## **2 ACTIVITÉS PROPOSÉES**

---

### **2.1 Acquisition des données nécessaires au projet**

#### **2.1.1 Acquisition des données descriptives du bassin**

Le modèle HYDROTEL est conçu pour pouvoir bénéficier des données descriptives de bassin, dans la mesure où ces dernières sont disponibles. Il s'agit ici de sélectionner et acquérir les informations disponibles sur le bassin du lac Kénogami. En particulier, nous avons besoin d'un **modèle numérique d'altitude (MNA)** permettant de décrire avec une précision suffisante la topographie et le réseau de drainage du bassin, du **réseau hydrographique numérisé**, de la distribution spatiale de l'**occupation du territoire** et des **types de sols**.

Le modèle numérique d'altitude retenu comporte des mailles de 100m de côté. Le réseau hydrographique numérisé est un réseau représenté par des vecteurs. Il permettra de forcer d'adéquation entre le réseau hydrographique obtenu par le MNA et le réseau hydrographique réel et de faciliter l'identification des lacs sur le bassin. Prise globalement, l'occupation du territoire peut être considérée comme relativement uniforme sur le bassin, avec des peuplements à dominance résineuse sur la moitié sud du bassin et des peuplements mixtes sur la moitié nord. Toutefois, une description de l'occupation du territoire à l'aide d'une image TM aura l'avantage de mieux tenir compte de l'hétérogénéité de l'occupation du sol, en particulier de la présence de zones plus ou moins grandes affectées par des feux de forêt, des coupes forestières, des épidémies ou des chablis. Ces zones sont à des stades différents de régénération. Nous proposons donc d'utiliser une description de l'occupation du sol tirée d'une image TM. Les types de sols seront identifiés à partir d'une carte géomorphologique numérisée.

#### **2.1.2 Acquisition des données hydrométriques et météorologiques**

Au moins quatre années de données hydrométriques et météorologiques journalières, ou plus précisément quatre saisons sans neige, seront nécessaires pour étalonner et valider le modèle HYDROTEL sur le bassin du lac Kénogami. L'étalonnage et la vérification du modèle CEQUEAU utilisé par la Commission Nicolet ayant été réalisé à partir de vingt années de données, il serait souhaitable de pouvoir disposer de plus d'années, mais surtout nécessaire de disposer d'années représentatives des divers régimes d'écoulement pouvant se produire sur le bassin, en particulier les

crues importantes d'été. Dans ces conditions, de trois à quatre années de données pour l'étalonnage et pour la vérification du modèle, c'est-à-dire un total de six à huit années de données devraient être suffisantes.

En ce qui a trait aux données météorologiques, nous aimerions, si possible, pouvoir compter sur des données nous permettant d'utiliser l'équation de Penman pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle, c'est-à-dire des données sur le rayonnement solaire, l'humidité de l'air et les vents.

En plus, le modèle devant aussi être appliqué au pas de temps horaire, une série suffisamment longue de données à ce pas de temps devra être disponible pour vérifier le comportement du modèle au pas de temps horaire, après un étalonnage au pas de temps journalier. La structure d'HYDROTEL permet ce passage, mais il sera souhaitable de compléter cet étalonnage, compte tenu du contenu en information différent des données aux deux pas de temps, en particulier sur la réponse du bassin aux impulsions pluviométriques.

Enfin, il faudra aussi faire l'acquisition des valeurs prévues des conditions météorologiques, pour la réalisation des prévisions horaires au cours de la crue de juillet, des valeurs des conditions météorologiques et hydrologiques liées à la crue maximale probable et des informations relatives au laminage de la crue.

Compte tenu des informations à notre disposition actuellement, nous comprenons que AXOR s'occupera de voir à ce que ces données nous soient fournies sous un format convenable.

### **2.1.3 Validation des données numériques sur le bassin**

Normalement, la compatibilité des données numériques sur le bassin ne devrait pas causer de problèmes. Toutefois, nous devons nous assurer de leur compatibilité, ces données provenant de diverses sources et supports. Il faudra par conséquent visualiser ces données et vérifier leur compatibilité. A titre d'exemple, il faudra nous assurer qu'il n'y a pas de décalage en "x" ou en "y" entre le modèle numérique d'altitude et le réseau hydrographique numérisé, à l'intérieur de la précision de chaque type d'information. Le cas échéant, il faudra procéder aux ajustements adéquats.

## **2.2 Préparation de la base de données descriptives du bassin du lac Kénogami**

### **2.2.1 Importation, sélection et traitement préliminaire de données pour la région désirée**

Le support et le format sous lesquels les données sont disponibles ne permettent pas toujours de lire et de stocker les données désirées rapidement. L'expérience passée nous a démontré qu'un certain nombre d'étapes de traitement sont très souvent nécessaires pour lire et restructurer les données disponibles avant leur utilisation dans la chaîne de traitement prévue dans PHYSITEL. Dans le cas présent, nous nous attendons à ce que certains types de données aient besoin de ces traitements préliminaires. En particulier, nous procéderons à une classification de l'image TM pour déterminer la distribution spatiale des classes d'occupation du territoire qui pourraient avoir une influence hydrologique différente sur les écoulements. De plus, nous numériserons les informations sur les types de sol disponibles sur cartes non numérisées.

### **2.2.2 Structuration des caractéristiques du bassin versant par unités hydrologiques**

Il s'agit ici de procéder aux traitements prévus dans PHYSITEL pour les types de données mentionnées, plus haut afin d'en tirer tout d'abord la structure d'écoulement interne du bassin par unités hydrologiques relativement homogènes. Ceci implique la définition des sous-bassins et du réseau de cours d'eau qui seront utilisés dans la modélisation hydrologique. Après définition initiale de ces unités sur des bases purement topographiques, les données sur l'occupation du sol et les types de sol sont traitées pour fournir ces informations au niveau de chaque unité hydrologique.

Les résultats de l'étape initiale sont alors visualisés et analysés de façon à vérifier si les unités formées lors de l'étape précédente devraient subir des modifications. Ainsi, afin de simplifier les simulations, un seul type de sol est considéré par unité, il faut donc découper les unités de manière à ce que ce critère soit respecté. En pratique, on fait en sorte qu'un type de sol occupe au moins 70% de l'unité.

## **2.3 Application du modèle HYDROTEL au bassin du lac Kénogami**

### **2.3.1 Préparation des données hydrométriques et météorologiques**

Il s'agit ici de préparer les fichiers de données hydrométriques et météorologiques qui seront utilisés pour l'ensemble des simulations, à partir des données qui nous seront fournies. Cette activité peut impliquer en particulier des modifications de format, la numérisation de certaines données et la vérification des valeurs afin de détecter des erreurs possibles.

### **2.3.2 Entrée des caractéristiques quantitatives de l'occupation du territoire et des types de sol**

Le traitement des données sur l'occupation du territoire dans PHYSITEL permet de connaître le pourcentage d'occupation de chaque classe sur chaque unité hydrologique. Il importe de traduire l'effet de ces classes sur les processus hydrologiques par des attributs quantitatifs: indice foliaire, profondeur racinaire, albédo, hauteur de la végétation. Des caractéristiques hydrauliques doivent aussi être associées aux différents types de sol présents sur le bassin ainsi qu'aux différents biefs du réseau hydrographique.

### **2.3.3 Étalonage du modèle à un pas de temps journalier**

Une fois que l'on aura considéré que toutes les données sont bien stockées dans les fichiers appropriés et avant de procéder à l'étalonage proprement dit du modèle sur le bassin, nous procéderons tout d'abord à des essais de simulation sur le bassin, afin de nous assurer que toutes les données sont bien rentrées sans erreurs et que les résultats obtenus semblent satisfaisants.

L'étalonage du modèle consistera à utiliser une partie des données disponibles pour effectuer l'ajustement du modèle au bassin. Compte tenu de la conception d'HYDROTEL, les valeurs initiales données aux diverses variables et paramètres du modèle découlent de la connaissance que l'on a des caractéristiques physiques du bassin. Comme ces dernières ne sont pas connues parfaitement en tout point, il devient nécessaire de procéder à un ajustement de manière à mieux simuler le comportement du bassin à diverses impulsions pluviométriques et nous assurer que le modèle répond correctement

sur la plus grande gamme de débits possible, d'autant plus que nous devons simuler la crue maximale probable.

### **2.3.4 Validation de l'étalonnage**

Après étalonnage d'un modèle sur un bassin, il importe de vérifier le comportement de ce modèle avec des données n'ayant pas servi à l'étalonnage. Si les données ayant servi à l'étalonnage sont représentatives des conditions d'écoulement, ce test à l'aide d'autres données devrait confirmer que le modèle peut bien simuler le comportement du bassin non seulement sur la période d'étalonnage mais pour d'autres périodes.

### **2.3.5 Étalonnage du modèle au pas de temps horaire en vue de la prévision**

L'un des objectifs du présent mandat est de pouvoir effectuer la prévision des apports naturels au lac Kénogami avec un pas de temps horaire. Pour ce faire, les données horaires permettant d'étalonner un modèle font en grande partie défaut actuellement. Nous devons compter essentiellement sur les données horaires disponibles pendant la crue de juillet 1996. Toutefois, ces données devraient permettre de mieux compléter l'ajustement du modèle pour simuler et prévoir la crue, que ce soit au pas de temps horaire ou journalier.

## **2.4 Rédaction du rapport d'étape sur les résultats d'étalonnage du modèle**

Un rapport d'étape sera préparé après avoir complété la phase d'étalonnage du modèle. Ce rapport portera sur les diverses activités décrites dans les sections précédentes: préparation de la base de données pour les simulations et étalonnage du modèle aux pas de temps journalier et horaire.

## **2.5 Prédiction des apports pour les 3 et 6 prochaines heures**

### **2.5.1 Préparation des scénarios de prédiction**

La préparation de scénarios de prédiction demande en particulier de modifier les fichiers de conditions météorologiques pour y entrer alternativement les valeurs prévues et les valeurs effectivement observées par la suite.

### **2.5.2 Réalisation et analyse des scénarios de prédiction**

Une fois les fichiers de conditions météorologiques prêts, il y aura lieu de préparer le modèle pour la prédiction en procédant à la mise à jour des variables d'état dans les derniers pas de temps précédant le temps "t zéro", de manière à ce que les débits simulés soient identiques ou presque aux débits observés au cours de cette période. Cette mise à jour devra aussi être réalisée avec soin à chaque nouvelle prédiction.

On procédera ensuite aux prévisions avec un décalage de 3 heures entre chaque prédiction. Les résultats de chaque prédiction seront analysés afin de vérifier tout d'abord que les résultats sont conformes aux attentes, mais aussi pour mieux comprendre, au besoin, les différences entre les débits prévus et les débits réellement observés par la suite. En particulier, on pourrait vérifier (voir section 3), à l'aide de simulations, dans quelle mesure des modifications en cours de crue des caractéristiques hydrauliques des différents biefs des rivières alimentant le lac Kénogami pourraient expliquer ces différences.

## **2.6 Simulation de la crue maximale probable (originale et corrigée)**

### **2.6.1 Préparation des fichiers de précipitations et conditions hydrologiques préalables**

Comme dans le cas des prévisions, il y a lieu de modifier les fichiers de conditions météorologiques afin de remplacer les conditions réelles par les conditions météorologiques menant à la crue maximale

probable. Cette étape implique aussi la modifications des conditions météorologiques antécédentes à l'événement météorologique critique, de manière à déterminer les conditions hydrologiques préalables à la crue, conditions représentées dans le modèle par la teneur en eau des diverses couches de sol et par l'eau en transit au sol et dans les cours d'eau.

D'après ce que nous comprenons, nous aurons plus d'une série de conditions météorologiques à utiliser pour la simulation de la CMP. Il faudra en outre préciser les conditions hydrologiques préalables à la crue. Normalement, l'épisode de pluie maximale probable à l'origine de la CMP doit survenir après d'autres précipitations qui ont saturé le bassin. C'est ce scénario que nous retiendrons.

### **2.6.2 Simulation et analyse de la crue maximale probable (originale et corrigée)**

Une fois les fichiers préparés, nous procéderons à la simulation de la CMP pour chacune des séries de données. Les résultats seront ensuite analysés afin de vérifier que les résultats sont conformes aux attentes. Nous analyserons aussi les débits en relation avec les caractéristiques des biefs afin de nous assurer que notre représentation de ces biefs pour la CMP est acceptable, compte tenu du débit important devant transiter par ces biefs.

## **2.7 Simulation de divers scénarios de laminage de crue**

### **2.7.1 Préparation des scénarios de laminage**

Il s'agira ici de préparer les fichiers permettant de procéder à la simulation de divers scénarios de laminage de crue correspondant à plusieurs cotes de départ et règles de gestion des barrages.

### **2.7.2 Réalisation et analyse des scénarios de laminage**

En partant des conditions hydrologiques déterminées pour la prévision (section 2.4), nous procéderons à la réalisation de divers scénarios de laminage des écoulements à partir de plusieurs cotes de départ et cela pour toute la période considérée pour la prévision. Par la suite, ces résultats seront analysés afin de vérifier que les résultats sont conformes aux attentes et évaluer les effets respectifs des cotes de départ et des règles de gestion.

## **2.8 Rapport final**

Un rapport final complétera les activités prévues. Ce rapport comprendra un rappel des activités présentées dans le rapport d'étape et portera surtout sur la réalisation et l'analyse des simulations reliées aux prévisions de 3 et 6 heures, à la crue maximale probable et à différents scénarios de laminage de la crue de juillet 1996.

### **3 ACTIVITÉS COMPLÉMENTAIRES POSSIBLES**

---

Suite aux discussions que nous avons eues avec des représentants d'AXOR et compte tenu du contexte du projet, il est fort possible que certains résultats obtenus en cours de réalisation ou certains événements extérieurs fassent en sorte que des travaux supplémentaires soient, sinon nécessaires, tout au moins souhaitables. Ainsi, on pourrait vouloir vérifier (voir section 2.5.2), à l'aide de simulations, dans quelle mesure des modifications en cours de crue des caractéristiques hydrauliques des différents biefs des rivières alimentant le lac Kénogami pourraient expliquer les différences possibles entre les débits simulés et les débits observés.

Ces activités complémentaires, si besoin il-y-a, seront identifiées et définies normalement lors des rencontres prévues entre les représentants d'AXOR et ceux d'INRS-Eau. Un budget supplémentaire pour ces activités pourra être prévu.



## **4 PERSONNEL, ÉCHÉANCIER ET COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU PROJET**

---

### **4.1 Personnel affecté au projet**

Le projet sera réalisé sous la responsabilité du professeur Jean-Pierre Fortin, spécialiste en modélisation hydrologique. Il sera secondé par le Dr. Monique Bernier, aussi professeure à l'INRS-Eau et spécialiste en télédétection.

De plus, l'équipe de recherche comprendra:

- M. Serge Massicotte, agent de recherche spécialisé en mathématique et informatique. Monsieur Massicotte a développé la version informatisée actuelle du modèle HYDROTEL.
- M. Richard Turcotte, assistant de recherche. M. Turcotte est ingénieur civil et connaît très bien les logiciels PHYSITEL et HYDROTEL.
- M. Yves Gauthier, agent de recherche spécialisé en télédétection et systèmes d'information géographique. M. Gauthier s'occupera particulièrement de la classification de l'image TM.

### **4.2 Temps alloué, en jours, pour la réalisation du projet**

Le temps alloué à chaque participant représente la durée que nous considérons raisonnable pour mener à bien les activités auxquelles il contribue. Ces temps sont présentés au tableau 4.1.

Dans les tableaux, le personnel est identifié de la façon suivante;

- Jean-Pierre Fortin : JPF
- Monique Bernier : MB
- Serge Massicotte : SM
- Richard Turcotte : RT
- Yves Gauthier : YG

### **4.3 Coûts salariaux**

Les coûts salariaux apparaissant au tableau 4.2 ont été obtenus à partir des informations contenues au tableau 4.1 et des salaires journaliers du personnel majorés selon les normes en vigueur à l'INRS -Eau.

### **4.4 Échéancier**

Les activités prévues dans le projet devraient s'étendre sur une période d'environ quatre mois à compter de la réception des premières données nécessaires au projet après signature du contrat. Cette durée tient compte de la poursuite des activités déjà prévues pour le personnel affecté au projet et des retards éventuels découlant de la réception des données nécessaires au bon déroulement du projet. Un échéancier de la distribution temporelle prévue des diverses activités est présenté au tableau 4.3. Cet échéancier fait débiter les activités au début d'avril pour fixer une date de début, mais la date effective de démarrage peut être ficée avant ou après le début avril. La date de fin du projet sera avancée ou retardée d'autant.

On notera que les rencontres entre les représentants d'AXOR et d'INRS-Eau sont indiquées sur cet échéancier, de même que les dates prévues pour la remise du rapport d'étape et du rapport final. On indique de plus sur cet échéancier les dates critiques de réception des données à partir de la signature du contrat.

### **4.5 Frais divers**

Les frais divers portent essentiellement sur les frais d'ordinateur et d'achat de matériels divers nécessaires au projet. L'INRS-Eau possède déjà un modèle numérique d'altitude couvrant une partie du bassin du lac Kénogami, mais ce modèle ne couvre pas la partie aval du bassin au nord de 48 degrés, il faut donc faire l'acquisition de la partie manquante. Les frais ne couvrent que cette partie. Aucun frais de voyage ne sont chargés, l'INRS-Eau considérant que toutes les rencontres de suivi du projet se dérouleront dans ses locaux. Si des voyages sur le terrain s'avéraient nécessaires, ils seraient réalisés après entente avec AXOR et comptabilisés comme activités complémentaires.

La liste des frais divers est la suivante:

-	Frais d'ordinateur	:	\$1500.00
-	Fournitures, photocopies, ...	:	\$ 286.52
-	Modèle numérique d'altitude	:	\$ 572.42
-	Réseau hydrographique numérisé	:	\$ 955.30
-	Image TM (quart de scène)	:	\$1431.05
-	Cartes des sols	:	<u>\$ 55.12</u>
	TOTAL	:	\$4800.41

## 4.6 Enveloppe budgétaire

Les coûts salariaux et les frais divers pour le projet décrit plus haut s'élèvent à \$67950.00. Un montant supplémentaire de \$7050.00 pourrait être prévu pour la réalisation de quelques activités complémentaires à identifier et définir en cours de projet entre les parties, ce qui pourrait porter le montant total à \$75000.00. Si des activités importantes non prévues actuellement étaient identifiées, les parties devront s'entendre sur leur définition et les coûts afférants.

## 4.7 Modalités de paiement

Un montant initial de \$6795.00 (soit 10 % du montant total prévu) sera versé à l'INRS-Eau à la signature du contrat. Par la suite, l'INRS-Eau facturera AXOR Experts-Conseils Inc. à chaque mois pour les activités réalisées au cours de la période couverte par la facture.

Tableau 4.1: Temps alloué en jours pour la réalisation du projet

Activités	Avril 97 - Juillet 97					TOTAL
	JPF	MB	SM	YG	RT	
<u>2.1 Acquisition des données nécessaires au projet</u>						
2.1.1 Acquisition des données descriptives du bassin			2	1	2	5
2.1.2 Acquisition des données hydrométriques et météorologiques			1		2	3
2.1.3 Validation des données numériques sur le bassin	1	1	2		3	7
sous-total	1	1	5	1	7	15
<u>2.2 Préparation de la base de données descriptives du bassin du lac Kénogami</u>						
2.2.1 Importation, sélection et traitement préliminaire des données pour la région désirée		1	3	3	5	12
2.2.2 Structuration des caractéristiques du bassin versant par unités hydrologiques	1	1	2		3	7
sous-total	1	2	5	3	8	19
<u>2.3 Application du modèle Hydrotel au bassin du lac Kénogami</u>						
2.3.1 Préparation des données hydrométriques et météorologiques			1		1	2
2.3.2 Entrée des caractéristiques quantitatives de l'occupation du territoire et des types de sol	0,5	0,5			1	2
2.3.4 Étalonnage du modèle à un pas de temps journalier	1		3		5	9
2.3.5 Validation de l'étalonnage	1		2		2	5
2.3.6 Étalonnage du modèle au pas de temps horaire	2		3		4	9
sous-total	4,5	0,5	9	0	13	27
<u>2.4 Rédaction du rapport intermédiaire sur les résultats d'étalonnage du modèle</u>						
	2	1	5	0,5	5	13,5
sous-total	2	1	5	0,5	5	13,5
<u>2.5 Prévision des apports pour les 3 et 6 prochaines heures</u>						
2.5.1 Préparation des scénarios de prévision	1		1		1	3
2.5.2 Réalisation et analyse des scénarios de prévision	2		3		4	9
sous-total	3	0	4	0	5	12
<u>2.6 Simulation de la crue maximale probable (originale et corrigée)</u>						
2.6.1 Préparation des fichiers de précipitations et conditions hydrologiques préalables	0,5				0,5	
2.6.2 Simulation et analyse de la crue maximale probable (originale et corrigée)	2		3		4	
sous-total	2,5	0	3	0	4,5	0
<u>2.7 Simulation de divers scénarios de laminage de crue</u>						
2.7.1 Préparation des scénarios de laminage	1		1		1	
2.7.2 Réalisation et analyse des scénarios de laminage	2		3		4	
sous-total	3	0	4	0	5	0
<u>2.8 Rédaction du rapport final</u>						
	3	2	6		6	
sous-total	3	2	6	0	6	0
TOTAL	20	6,5	41	4,5	53,5	125,5

Tableau 4.2: Coûts salariaux pour la réalisation du projet

Activités	Avril 97 - Juillet 97					TOTAL
	JPF	MB	SM	YG	RT	
<u>2.1 Acquisition des données nécessaires au projet</u>						
2.1.1 Acquisition des données descriptives du bassin			916,63	537,18	708,29	2 162,10
2.1.2 Acquisition des données hydrométriques et météorologiques			458,32		708,29	1 166,61
2.1.3 Validation des données numériques sur le bassin	915,27	721,40	916,63		1 062,44	3 615,74
sous-total	915,27	721,40	2 291,58	537,18	2 479,02	6 944,45
<u>2.2 Préparation de la base de données descriptives du bassin du lac Kénogami</u>						
2.2.1 Importation, sélection et traitement préliminaire des données pour la région désirée		721,40	1 374,95	1 611,54	1 770,73	5 478,61
2.2.2 Structuration des caractéristiques du bassin versant par unités hydrologiques	915,27	721,40	916,63		1 062,44	3 615,74
sous-total	915,27	1 442,80	2 291,58	1 611,54	2 833,16	9 094,35
<u>2.3 Application du modèle Hydrotel au bassin du lac Kénogami</u>						
2.3.1 Préparation des données hydrométriques et météorologiques			458,32		354,15	812,46
2.3.2 Entrée des caractéristiques quantitatives de l'occupation du territoire et des types de sol	457,64	360,70			354,15	1 172,48
2.3.4 Étalonage du modèle à un pas de temps journalier	915,27		1 374,95		1 770,73	4 060,95
2.3.5 Validation de l'étalonnage	915,27		916,63		708,29	2 540,20
2.3.6 Étalonage du modèle au pas de temps horaire	1 830,54		1 374,95		1 416,58	4 622,07
sous-total	4 118,72	360,70	4 124,85	0,00	4 603,89	13 208,16
<u>2.4 Rédaction du rapport intermédiaire sur les résultats d'étalonnage du modèle</u>						
	1 830,54	721,40	2 291,58	268,59	1 770,73	6 882,84
sous-total	1 830,54	721,40	2 291,58	268,59	1 770,73	6 882,84
<u>2.5 Prévision des apports pour le 3 et 6 prochaines heures</u>						
2.5.1 Préparation des scénarios de prévision	915,27		458,32		354,15	1 727,73
2.5.2 Réalisation et analyse des scénarios de prévision	1 830,54		1 374,95		1 416,58	4 622,07
sous-total	2 745,81	0,00	1 833,27	0,00	1 770,73	6 349,81
<u>2.6 Simulation de la crue maximale probable (originale et corrigée)</u>						
2.6.1 Préparation des fichiers de précipitations et conditions hydrologiques préalables	457,64				177,07	634,71
2.6.2 Simulation et analyse de la crue maximale probable (originale et corrigée)	1 830,54		1 374,95		1 416,58	4 622,07
sous-total	2 288,18	0,00	1 374,95	0,00	1 593,65	5 256,78
<u>2.7 Simulation de divers scénarios de laminage de crue</u>						
2.7.1 Préparation des scénarios de laminage	915,27		458,32		354,15	1 727,73
2.7.2 Réalisation et analyse des scénarios de laminage	1 830,54		1 374,95		1 416,58	4 622,07
sous-total	2 745,81	0,00	1 833,27	0,00	1 770,73	6 349,81
<u>2.8 Rapport final</u>						
	2 745,81	1 442,80	2 749,90		2 124,87	9 063,39
sous-total	2 745,81	1 442,80	2 749,90	0,00	2 124,87	9 063,39
<b>TOTAL</b>	<b>18 305,43</b>	<b>4 689,10</b>	<b>18 790,98</b>	<b>2 417,30</b>	<b>18 946,78</b>	<b>63 149,59</b>

Tableau 4.3: Échéancier du projet.

Activités	Échéancier (1997)											
	Avril			Mai			Juin			Juillet		
2.1 <u>Acquisition des données nécessaires au projet</u>	■	■	■									
2.2 <u>Préparation de la base de données descriptives du bassin du lac Kénogami</u>		1	■	■	■							
2.3 <u>Application du modèle Hydrotel au bassin du lac Kénogami</u>				2	■	■	■					
2.4 <u>Rédaction du rapport intermédiaire sur les résultats d'étalonnage du modèle</u>			■	■	■	■	■					
2.5 <u>Prévision des apports pour les 3 et 6 prochaines heures</u>								3	■			
2.6 <u>Simulation de la crue maximale probable (originale et corrigée)</u>									■	■		
2.7 <u>Simulation des divers scénarios de laminage de crue</u>										4	■	
2.8 <u>Rédaction du rapport final</u>									■	■	■	
<b>Rencontres</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

**Prérequis:**

- 1: Le modèle numérique d'altitude, le réseau hydrographique numérisé, les cartes dépôts meubles et l'image TM ont été acquis.
- 2: Les données hydrométriques et météorologiques ont été fournies.
- 3: Les prévisions météorologiques ont été fournies.
- 4: Entente sur les critères de laminage. Les caractéristiques des ouvrages ainsi que les quottes de départ ont été fournies.