

*Proposition de modifications au modèle
Hydrotel en vue de son utilisation pour la
préparation de prévisions hydrologiques au
ministère de l'Environnement du Québec*

1^{er} décembre 2000

Proposition de modifications au modèle Hydrotel en vue de son utilisation pour la préparation de prévisions hydrologiques au ministère de l'Environnement du Québec

Proposition au ministère de l'Environnement du Québec

par

Jean-Pierre Fortin

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

1^{er} décembre 2000

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	i
1. INTRODUCTION	1
2. ACTIVITÉS PROPOSÉES.....	2
2.1 Définition d'une fiche « essai de simulation » complémentaire à la fiche « projet »	2
2.2 Développement d'un utilitaire permettant de remplir automatiquement la fiche « essai de simulation »	2
2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état	3
2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation.....	3
2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille	4
2.6 Manuel de l'utilisateur.....	4
2.7 Rapport final	4
2.8 Autres livrables	5
3. PERSONNEL AFFECTÉ AU PROJET	6
4. ESTIMÉ DES COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU PROJET	7
4.1 Informations sur les coûts	7
4.1.1 ● Coûts associés au salaire du personnel.....	7
4.1.2 ● Coûts associés aux frais de secrétariat et de fournitures et matériels divers.....	7
4.2 Résumé des coûts pour les activités reliées au projet	8
5. ÉCHÉANCIER ET MODALITÉS DE PAIEMENT	9
5.1 Échéancier.....	9
5.2 Modalités de paiement	9
ANNEXE	11

1. INTRODUCTION

La présente proposition fait suite à une demande du ministère de l'Environnement du Québec formulée à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau) en novembre 2000. Selon cette demande, le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) souhaite une proposition de projet visant l'utilisation du modèle hydrologique HYDROTEL de l'INRS-Eau, en vue de poursuivre simultanément les objectifs d'ajouter de nouveaux bassins pour lesquels des prévisions hydrologiques sont émises et de maximiser la qualité des prévisions émises. Le projet prévu par le ministère devrait se dérouler en deux phases et ce dernier demande actuellement une proposition de l'INRS-Eau portant uniquement sur la première phase.

Pour cette première phase, l'objectif est l'utilisation pré-opérationnelle, pour le printemps 2001, du modèle hydrologique HYDROTEL de l'INRS-Eau sur le bassin de la rivière Chaudière à un pas de temps de 24 heures. Le but de cette première phase du projet est, par conséquent, de disposer d'une version du modèle HYDROTEL qui soit compatible avec les besoins du MENV et de fournir une première expérience d'utilisation du modèle HYDROTEL dans le contexte du système de prévision du MENV.

Dans les pages suivantes, l'INRS-Eau propose une série d'activités permettant de répondre à la demande du ministère. Ces activités sont présentées à la section 2. Le personnel affecté au projet est présenté à la section 3, alors que les coûts associés au projet sont détaillés à la section 4. L'échéancier du projet découlant de la présente proposition est fourni à la section 5.

2. ACTIVITÉS PROPOSÉES

2.1 Définition d'une fiche « essai de simulation » complémentaire à la fiche « projet »

La fiche « projet » contient à la fois des informations sur les caractéristiques du bassin et sur les dernières valeurs sauvegardées des différentes variables et paramètres du modèle. Il est, par ailleurs et à titre d'exemple, impossible actuellement de réafficher les résultats provenant d'une simulation réalisée lors d'une session antérieure, alors que la chose est possible tant que l'on demeure dans une même session au cours de laquelle plusieurs simulations ont été réalisées. L'un des objectifs visés par la définition d'une fiche « essai de simulation » vise à le faire.

Plus précisément, la définition d'une fiche « essai de simulation » doit comprendre et/ou permettre :

- L'identification de chaque essai de simulation par un nom, dont les caractéristiques seront définies en commun par le ministère et l'INRS-Eau.
- L'identification précise des éléments qui devront être compris dans cette fiche et de sa structure.
- La sauvegarde des résultats et autres informations variables dans le temps associés à cet essai
- La possibilité de visualisation a posteriori, dans l'interface graphique d'HYDROTEL, de ces résultats, provenant ou non de la même session

En d'autres termes, il doit être possible de récupérer les résultats d'une simulation effectuée dans le passé et de les afficher dans l'interface d'HYDROTEL. Les caractéristiques propres de l'essai de simulation (date de début, date de fin, caractéristiques de la mise à jour, ...; donc l'état de la fiche « projet » actuelle qui concerne directement les caractéristiques de simulation) doivent aussi être sauvegardées et être récupérées au besoin.

2.2 Développement d'un utilitaire permettant de remplir automatiquement la fiche « essai de simulation »

Il s'agit ici de développer un utilitaire qui, pour un essai donné, pourra remplir automatiquement tous les champs de dates avec des valeurs par défaut relatives à la date de l'essai. Cet utilitaire servira aussi à entrer les autres informations désirées dans la fiche « essai de simulation » et sera configuré dans l'interface d'HYDROTEL. L'utilisateur aura la possibilité de sauvegarder ou non les résultats d'un essai. De plus, quand il choisira de sauvegarder la fiche correspondant à un « essai de simulation », il pourra ajouter certains éléments à ceux qui auront déjà été choisis par défaut (parce que les plus habituellement choisis) sur la fiche « essai de simulation ». Il pourra également en

retrancher, avant d'effectuer la sauvegarde. Un espace pour écrire un commentaire au besoin sera aussi prévu sur cette fiche.

2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état

HYDROTEL permet actuellement une mise à jour des variables d'état qui est basée sur une modification de la pluie, des températures ou des réserves profondes du modèle. Dans HYDROTEL, la recherche de la valeur optimale pour la mise à jour est automatisée. Un niveau supplémentaire dans le processus de mise à jour, à partir duquel il serait possible d'entrer des valeurs manuellement pour les coefficients de mise à jour ou d'activer la procédure automatique existante, est souhaité par le ministère. Par ailleurs, il peut être intéressant, sinon nécessaire, d'effectuer la mise à jour non pas de façon globale sur l'ensemble du bassin, mais d'effectuer cette mise à jour au niveau de sous-groupes d'unités hydrologiques relativement homogènes (UHRH). On pense ici particulièrement à la distribution spatiale des précipitations. Des modifications seront donc apportées à HYDROTEL de manière à permettre :

- L'utilisation de coefficients de mise à jour différents pour chaque sous-période, lorsque l'utilisateur désire scinder la période totale de mise à jour en plusieurs sous-périodes, à partir d'une date de sauvegarde de variables d'état donnée.
- La définition de coefficients additifs ou multiplicatifs (correction absolue ou relative) pour chaque coefficient de mise à jour. Pour une mise à jour manuelle donnée, il sera possible de modifier simultanément, si désiré, chacune des trois variables suivantes : précipitations, températures de l'air et teneur en eau de la troisième couche de sol, par l'intermédiaire d'un coefficient additif ou multiplicatif.
- La mise à jour manuelle ou automatique (lorsque possible) au niveau d'UHRH.

2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation

HYDROTEL permet déjà l'affichage de plusieurs résultats de simulation tant en cours de simulation qu'après. Toutefois, le ministère désire l'addition de nouvelles fonctionnalités de visualisation des résultats de simulation qui soient davantage orientées vers les problèmes de mise à jour et de prévision. Cette demande devrait être satisfaite par :

- La modification de la fonctionnalité actuelle de visualisation des résultats permettant déjà d'afficher en trois graphiques superposés et en fonction du temps : (a) les températures et les précipitations solides et liquides, (b) la lame d'eau moyenne libérée par le bilan vertical. (c) les débits observés et simulés en un ou plusieurs points sur la rivière. Pour ce faire, un choix des nouvelles variables à afficher sera d'abord fait en commun par l'INRS-Eau et le ministère de l'Environnement. Par la suite, nous nous entendrons sur la présentation et les caractéristiques de cette nouvelle fonctionnalité et la réaliserons.

- L'estimation des différentes variables apparaissant dans les fenêtres affichées, sauf celles des débits, non pas uniquement pour le bassin en entier comme cela se fait actuellement, mais pour le sous-bassin en amont d'un point de simulation sélectionné sur la rivière lorsque le point sélectionné n'est pas l'exutoire du bassin entier.
- La possibilité de pouvoir afficher des périodes plus courtes que la période affichée initialement mais à l'intérieur de cette période, suite à une simulation s'étendant sur une période de temps donnée. En d'autres termes, il s'agit d'ajouter une fonctionnalité plus flexible de « zoom in » et de « zoom out ».

2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille

Cette activité consistera essentiellement à nous assurer qu'HYDROTEL peut lire les prévisions météorologiques aux points de grille. Pour ce faire, nous aurons besoin du format complet utilisé pour ces données (entête et valeurs aux points de grille) et d'échantillons de prévisions réelles au pas de temps désiré. Après nous être assurés de pouvoir lire ces prévisions, nous compléterons les tests par des simulations de prévisions utilisant les échantillons fournis.

2.6 Manuel de l'utilisateur

Les activités présentées dans cette section traitent de la rédaction du manuel de l'utilisateur. Au moment où cette proposition est rédigée, le brouillon d'une partie du manuel de l'utilisateur a déjà été rédigé. Nous devons compléter ce brouillon, le réviser entièrement et préparer une première version complète du manuel. Par ailleurs, les versions d'HYDROTEL qui seront remises au ministère ne comprendront pas encore l'aide en ligne, mais le manuel sera conçu de manière à faciliter la préparation de l'aide en ligne pour une version ultérieure d'HYDROTEL. Une première version du manuel sera livrée au ministère le 15 mars 2001 et une version finale tenant compte des commentaires possibles des usagers sera remise à la fin du projet le 1^{er} juin 2001.

2.7 Rapport final

Un rapport final faisant état des travaux réalisés au cours du projet viendra compléter les activités prévues. Ce rapport final sera remis à la fin du projet le 1^{er} juin 2001.

2.8 Autres livrables

Différentes versions du modèle HYDROTEL seront livrées au ministère au cours du projet.

- Dès la signature du projet, une version d'HYDROTEL avec interface et une version pour « traitement par lots » seront remises au ministère, afin de permettre la révision au besoin de l'étalonnage actuel sur la rivière Chaudière, ainsi que l'optimisation du nombre d'unités hydrologiques pour diminuer le temps de calcul.
- De nouvelles versions seront remises au 15 mars, après addition des modifications apportées au modèle par les activités prévues aux points 2.1, 2.2 et 2.3.
- De nouvelles versions seront remises au 1^{er} juin, après addition des modifications apportées au modèle par les activités prévues aux points 2.4 et 2.5.

3. PERSONNEL AFFECTÉ AU PROJET

La responsabilité administrative et scientifique du projet sera assumée par le professeur Jean-Pierre Fortin. Ce dernier verra à la réalisation des activités portant sur la préparation d'une version du modèle HYDROTEL plus adaptée au fonctionnement du personnel du ministère de l'Environnement du Québec pour les prévisions hydrologiques. Le professeur Fortin a une longue expérience dans les domaines de la modélisation hydrologique et de la télédétection.

En plus, monsieur Alain Royer, technicien en informatique qui participe activement à la programmation des logiciels HYDROTEL et PHYSITEL depuis déjà quelques années, apportera son concours pour la réalisation des différentes activités prévues.

4. ESTIMÉ DES COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU PROJET

4.1 Informations sur les coûts

Les sections qui suivent décrivent les divers coûts associés à la réalisation du projet.

4.1.1 ● Coûts associés au salaire du personnel

Les temps prévus pour le personnel affecté au projet sont présentés au tableau A-1 en annexe, tandis que les coûts salariaux associés le sont au tableau A-2.

4.1.2 ● Coûts associés aux frais de secrétariat et de fournitures et matériels divers

Aux coûts salariaux directement reliés à la réalisation des activités proposées, il faut normalement ajouter des frais de secrétariat et des coûts reliés aux fournitures diverses (papier, disquettes, films, entretien des ordinateurs et périphériques, ...).

4.2 Résumé des coûts pour les activités reliées au projet

ACTIVITÉS PROPOSÉES

2.1 Définition d'une fiche "essai de simulation"	
A) Identification de chaque "essai de simulation"	\$ 989.63
B) Identification des éléments et de la structure de la fiche	\$ 591.63
C) Sauvegarde des résultats et autres informations pertinentes	\$ 2 366.50
D) Visualisation a posteriori	\$ 2 764.51
Sous-total	\$ 6 712.27
2.2 Développement d'un utilitaire	
A) Configuration de l'utilitaire et de ses options	\$ 3 754.14
Sous-total	\$ 3 754.14
2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état	
A) Utilisation de coefficients de mise à jour par sous-période	\$ 1 479.06
B) Définition de coefficients additifs ou multiplicatifs	\$ 4 243.57
C) Mise à jour manuelle ou automatique au niveau des sous-bassins	\$ 591.63
Sous-total	\$ 6 314.26
2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation	
A) Sélection des variables à afficher et présentation de l'affichage	\$ 3 162.52
B) Estimation des variables pour le bassin en amont du point sélectionné	\$ 1 877.07
C) Possibilité de "zoom in" et "zoom out".	\$ 989.63
Sous-total	\$ 6 029.22
2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille	
A) Vérification du format des données et ajout au besoin	\$ 989.63
B) Tests de prévisions simulées à l'aide d'échantillons	\$ 1 091.83
Sous-total	\$ 2 081.46
2.6 Manuel de l'utilisateur	
A) Préparation de la version livrée au 15 mars 2001	\$ 1 887.85
B) Préparation de la version livrée au 1er juin 2001	\$ 1 739.94
Sous-total	\$ 3 627.79
2.7 Rapport final	
A) Rédaction du rapport	\$ 2 683.86
Sous-total	\$ 2 683.86
2.8 Frais divers (Sous-total)	\$ 2 996.98
TOTAL	\$ 34 200.00

5. ÉCHÉANCIER ET MODALITÉS DE PAIEMENT

5.1 Échéancier

L'échéancier proposé au tableau 1 tient compte des contraintes en temps et en personnel de l'INRS-Eau. Considérant que la signature du contrat peut se faire très rapidement, selon les informations dont nous disposons, et en fonction de nos propres contraintes en temps et en personnel au cours des prochains mois, nous comptons débiter officiellement le projet dans la semaine du 15 janvier 2001.

Nous prévoyons remettre les premiers livrables pour le 15 mars 2001, comme désiré par le ministère et remettre les deuxièmes livrables ainsi que le rapport final pour le 1^{er} juin 2001.

5.2 Modalités de paiement

Le paiement du contrat sera effectué en deux versements égaux, suivant la livraison au ministère de chacun des livrables au 15 mars 2001 et pour le 1^{er} juin 2001.

Tableau 1: Échéancier

ACTIVITÉS	Période de 2 semaines débutant le:									
	18/1	29/1	12/2	26/2	12/3	26/3	9/4	23/4	7/5	21/5
<p>2.1 Définition d'une fiche "essai de simulation"</p> <p>A) Identification de chaque "essai de simulation"</p> <p>B) Identification des éléments et de la structure de la fiche</p> <p>C) Sauvegarde des résultats et autres informations pertinentes</p> <p>D) Visualisation a posteriori</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.2 Développement d'un utilitaire</p> <p>A) Configuration de l'utilitaire et de ses options</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état</p> <p>A) Utilisation de coefficients de mise à jour par sous-période</p> <p>B) Définition de coefficients additifs ou multiplicatifs</p> <p>C) Mise à jour manuelle ou automatique au niveau des sous-bassins</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation</p> <p>A) Sélection des variables à afficher et présentation de l'affichage</p> <p>B) Estimation des variables pour le bassin en amont du point sélectionné</p> <p>C) Possibilité de "zoom in" et "zoom out".</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille</p> <p>A) Vérification du format des données et ajout au besoin</p> <p>B) Tests de prévisions simulées à l'aide d'échantillons</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.6 Manuel de l'utilisateur</p> <p>A) Préparation et édition de la version livrée au 15 mars 2001</p> <p>B) Préparation et édition de la version livrée au 1er juin 2001</p>	■		■		■		■		■	
<p>2.7 Rapport final</p> <p>A) Rédaction du rapport</p>	■		■		■		■		■	

ANNEXES

ANNEXE A1: Temps alloué en jour pour la réalisation de chaque activité

ACTIVITES	J.P.F.	A.R.
2.1 Définition d'une fiche "essai de simulation"		
A) Identification de chaque "essai de simulation"	0,5	2
B) Identification des éléments et de la structure de la fiche		2
C) Sauvegarde des résultats et autres informations pertinentes		8
D) Visualisation a posteriori	0,5	8
Sous-total	1	20
2.2 Développement d'un utilitaire		
A) Configuration de l'utilitaire et de ses options	1	10
Sous-total	1	10
2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état		
A) Utilisation de coefficients de mise à jour par sous-période		5
B) Définition de coefficients additifs ou multiplicatifs	0,5	13
C) Mise à jour manuelle ou automatique au niveau des sous-bassins		2
Sous-total	0,5	20
2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation		
A) Sélection des variables à afficher et présentation de l'affichage	1	8
B) Estimation des variables pour le bassin en amont du point sélectionné	0,5	5
C) Possibilité de "zoom in" et "zoom out".	0,5	2
Sous-total	2	15
2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille		
A) Vérification du format des données et ajout au besoin	0,5	2
B) Tests de prévisions simulées à l'aide d'échantillons	1	1
Sous-total	1,5	3
2.6 Manuel de l'utilisateur		
A) Préparation et édition de la version livrée au 15 mars 2001	2	1
B) Préparation et édition de la version livrée au 1er juin 2001	2	0,5
Sous-total	4	1,5
2.7 Rapport final		
A) Rédaction du rapport	3	1
Sous-total	3	1
TOTAL	13	70,5

ANNEXE A2: Coûts salariaux pour la réalisation de chaque activité

ACTIVITES	J.P.F.	A.R.
2.1 Définition d'une fiche "essai de simulation"		
A) Identification de chaque "essai de simulation"	398,0085	591,6254
B) Identification des éléments et de la structure de la fiche	0	591,6254
C) Sauvegarde des résultats et autres informations pertinentes	0	2366,502
D) Visualisation a posteriori	398,0085	2366,502
Sous-total	796,017	5916,254
2.2 Développement d'un utilitaire		
A) Configuration de l'utilitaire et de ses options	796,017	2958,127
Sous-total	796,017	2958,127
2.3 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état		
A) Utilisation de coefficients de mise à jour par sous-période	0	1479,063
B) Définition de coefficients additifs ou multiplicatifs	398,0085	3845,565
C) Mise à jour manuelle ou automatique au niveau des sous-bassins	0	591,6254
Sous-total	398,0085	5916,254
2.4 Nouvelles fonctionnalités de visualisation		
A) Sélection des variables à afficher et présentation de l'affichage	796,017	2366,502
B) Estimation des variables pour le bassin en amont du point sélectionné	398,0085	1479,063
C) Possibilité de "zoom in" et "zoom out".	398,0085	591,6254
Sous-total	1592,034	4437,19
2.5 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille		
A) Vérification du format des données et ajout au besoin	398,0085	591,6254
B) Tests de prévisions simulées à l'aide d'échantillons	796,017	295,8127
Sous-total	1194,026	887,4381
2.6 Manuel de l'utilisateur		
A) Préparation de la version livrée au 15 mars 2001	1592,034	295,8127
B) Préparation de la version livrée au 1er juin 2001	1592,034	147,9063
Sous-total	3184,068	443,719
2.7 Rapport final		
A) Rédaction du rapport	2388,051	295,8127
Sous-total	2388,051	295,8127
TOTAL	10348,22	20854,79