

**PROPOSITION D'EXTENSION DE LA
PARTICIPATION DE L'INRS-EAU À LA
RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT
DE LA PLATE-FORME HYDROSOFT**

**PROPOSITION D'EXTENSION DE LA PARTICIPATION DE L'INRS-EAU À
LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT DE LA PLATE-FORME
HYDROSOFT**

Proposition à

HMS Énergie

par

Jean-Pierre Fortin

Serge Massicotte

Josée Fitzback

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

Janvier 1996

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iii
1 INTRODUCTION	1
2 ACTIVITÉS PROPOSÉES	2
2.1 Modèle de calcul des apports naturels	3
2.2 Procédure de calibration du modèle	3
2.3 Formation des séries d'apports naturels	4
2.4 Mise-à-jour de l'état d'un bassin	5
2.5 Points divers	5
3 PERSONNEL, ÉCHÉANCIER ET COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU PROJET	7
3.1 Personnel affecté au projet	7
3.2 Temps alloué, en jours, pour la réalisation du projet	7
3.3 Salaires horaires et journaliers du personnel	7
3.4 Échéancier	9
3.5 Coûts salariaux	10
3.6 Frais divers	10
3.6.1 Frais de voyage	12
3.6.2 Frais de fournitures	12
3.6.3 Total et commentaires	12
3.7 Enveloppe budgétaire	13
3.8 Documentation, programmation et tests	13
3.9 Déroulement du projet	14
3.10 Modalité de paiement	14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1	Temps alloué en jours pour la réalisation du projet	8
Tableau 3.2	Taux horaires et journaliers	9
Tableau 3.3	Échéancier en mois	10
Tableau 3.4	Coûts salariaux pour la réalisation du projet	11
Tableau 3.5	Réunions à Montréal de février 96 à septembre 96 inclusivement	13

1 INTRODUCTION

Cette proposition est présentée dans le cadre de l'entente générale de collaboration entre HMS Énergie et l'INRS-Eau. Une énumération des activités additionnelles que HMS Énergie veut sous-contracter pour la recherche et le développement de la plate-forme HYDROSOFT, ainsi que l'échéancier correspondant jusqu'au mois de septembre 1996, seront présentés.

Actuellement, dans la phase 1, l'INRS-Eau participe à la conception des modules de formation des séries chronologiques de données météorologiques et de prévision des apports naturels. HMS Énergie souhaiterait une extension à la participation de l'INRS-Eau en lui confiant un mandat de recherche et de développement pour l'amélioration des algorithmes et la programmation en C++ : (1) du modèle de calcul des apports naturels, (2) de la procédure de calibration du modèle, (3) de la formation des séries d'apports naturels et (4) de la mise-à-jour de l'état d'un bassin. La segmentation des modules utilisée dans le reste de ce document suit celle du cahier¹ d'avant-projet sur la fonction apport naturel.

Rappelons, finalement, que les modules développés par l'INRS-Eau seront intégrés par HMS Énergie afin de produire un prototype de système à la fin de juin 1996.

¹ "Fonction apport naturel, Cahier d'avant-projet", version préliminaire, APNAT/CAV/002/0.1, janvier 1996.

2 ACTIVITÉS PROPOSÉES

Compte tenu de l'échéancier serré, nous proposons la réalisation des trois premières activités désirées par HMS Énergie pour la fin de juin 1996, à savoir:

- 1) Modèle de calcul des apports naturels
- 2) Procédure de calibration du modèle
- 3) Formation des séries d'apports naturels

La quatrième activité (la mise-à-jour de l'état d'un bassin) sera réalisée pour le début de septembre 96.

Le système de génération des apports naturels implanté dans le fichier source PL/1 EON.SUB¹ comprend deux étapes principales: la mise-à-jour de l'état d'un bassin et la formation des séries d'apports naturels pour ce même bassin. Ces deux étapes coïncident avec les composantes 3 et 4 énumérées en introduction. La procédure de calibration du modèle est appliquée préalablement pour déterminer les valeurs des paramètres du modèle, avant son utilisation dans un cadre opérationnel pour le calcul des apports naturels.

La mise-à-jour de l'état d'un bassin est fonction des dernières données météorologiques, des apports naturels calculés et des dernières données d'apports naturels mesurés. L'implantation de la mise-à-jour de l'état d'un bassin exigerait de HMS Énergie d'être en mesure de fournir les dernières données observées, ce qui n'est pas prévu pour le prototype du mois de juin 1996. L'INRS-Eau considère que la charge de travail demandée pour compléter les trois autres activités additionnelles, en plus de celles² déjà prises en charge, ne lui permet pas d'accomplir la partie concernant la mise-à-jour de l'état d'un bassin à l'intérieur des délais actuels (juin 1996) pour la livraison du prototype. Cette dernière activité sera réalisée de juillet à septembre 1996.

Dans l'objectif d'un prototype au mois de juin 1996, tel que précisé plus haut, l'INRS-Eau ne s'engage donc pas à traduire les parties du code source contenu dans le fichier EON.SUB qui sont

¹ "Fonction apport naturel, Cahier d'avant-projet", version préliminaire, APNAT/CAV/002/0.1, janvier 1996.

² La formation des séries chronologiques de données météorologiques et la prévision des apports naturels.

relatives à la mise-à-jour de l'état des bassins, ni le fichier source MISETA.SUB¹. Ces activités seront réalisées dans la deuxième partie de l'échéancier. De plus, suite aux discussions avec un représentant de HMS Énergie, l'INRS-Eau ne complètera pas les parties du code source contenu dans le fichier EON.SUB qui sont relatives au raccord entre des séries d'apports naturels historiques (mesurés) et des séries d'apports naturels calculés. Cette activité n'étant pas requise pour Duke Power, elle ne sera pas reprogrammée.

2.1 Modèle de calcul des apports naturels

Nous avons identifié cinq activités pour la réalisation du modèle de calcul des apports naturels:

- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et acquisition à partir de la base de données des données nécessaires pour le calcul des apports naturels
- Paramétrisation du modèle pour des pas de temps journalier et de 6 heures.
- Amélioration des algorithmes et programmation en C++ du module PL/1 HSAMI.SUB¹ fourni par HMS Énergie.
- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et stockage des apports naturels dans la base de données.
- Tests et validation.

2.2 Procédure de calibration du modèle

Une procédure de calibration des paramètres du modèle de calcul des apports naturels est disponible. La procédure de calibration doit être appliquée à tous les sous-bassins dont on veut estimer les apports naturels avec le modèle.

¹ "Fonction apport naturel, Cahier d'avant-projet", version préliminaire, APNAT/CAV/002/0.1, janvier 1996.

Nous avons identifié quatre sous-activités pour réaliser la procédure de calibration:

- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et acquisition à partir de la base de données, des données nécessaires pour la calibration du modèle.
- Amélioration des algorithmes et programmation en C++ du module PL/1 AJUSPAR.PRN¹ fourni par HMS Énergie.
- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT et stockage des paramètres calibrés.
- Tests et validation.

2.3 Formation des séries d'apports naturels

Le module de formation des séries d'apports naturels génère les séries d'apports naturels à partir des séries chronologiques de données météorologiques. Ce même module utilise le module de calcul des apports naturels mentionné à la section 2.1.

Nous avons identifié quatre sous-activités pour réaliser la formation des séries d'apports naturels:

- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et acquisition à partir de la base de données, des données nécessaires pour la formation des séries d'apports naturels.
- Amélioration des algorithmes et programmation en C++ du module PL/1 EON.SUB fourni par HMS Énergie. Cependant, les parties du code source contenu dans le fichier EON.SUB qui sont relatives à la mise-à-jour de l'état des bassins seront traduites dans la deuxième partie de l'échéancier.

¹ "Fonction apport naturel, Cahier d'avant-projet", version préliminaire, APNAT/CAV/002/0.1, janvier 1996.

- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et stockage des séries chronologiques des apports naturels.
- Tests et validation.

2.4 Mise-à-jour de l'état d'un bassin

La mise-à-jour de l'état d'un bassin est fonction des dernières données météorologiques, des apports naturels calculés et des dernières données d'apports naturels mesurés. L'implantation de la mise-à-jour de l'état d'un bassin exige de HMS Énergie d'être en mesure de fournir les dernières données observées. Cette activité sera complétée dans la deuxième partie de l'échéancier.

Nous avons identifié quatre sous-activités pour réaliser la formation des séries d'apports naturels:

- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et acquisition à partir de la base de données, des données nécessaires pour la mise-à-jour de l'état du bassin.
- Amélioration des algorithmes et programmation en C++ du module PL/1 EON.SUB et MISETA.SUB fourni par HMS Énergie. Traduction des parties du code source contenu dans le fichier EON.SUB qui sont relatives à la mise-à-jour de l'état d'un bassin.
- Établissement de la communication entre ce module et les autres modules de HYDROSOFT, et stockage des séries chronologiques des apports naturels.
- Tests et validation.

2.5 Points divers

L'INRS-Eau produira, en collaboration avec HMS Énergie, un modèle objet et un modèle fonctionnel pour chacun des modules programmés en C++. Il complètera préalablement une analyse fonctionnelle des modules afin de la présenter aux responsables de HMS Énergie qui pourront y apporter des commentaires et des suggestions. HMS Énergie fournira gratuitement à l'INRS-Eau

les logiciels utilisés pour la production des documents sur l'analyse fonctionnelle, le modèle objet et le modèle fonctionnel.

HMS Énergie verra à fournir à l'INRS-Eau une base de données temporaire pour les tests et la validation de ses modules, et ce, pour des pas de temps journalier et de 6 heures. Cette base de données temporaires pourra être utilisée à l'INRS-Eau et elle répondra à l'API défini par l'INRS-Eau et HMS Énergie. De plus, celle-ci devra être disponible avant le début du mois d'avril 1996.

HMS Énergie fournira une interface usager aux modules développés par l'INRS-Eau afin de les intégrer à son prototype.

3 PERSONNEL, ÉCHÉANCIER ET COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DU PROJET

3.1 Personnel affecté au projet

Le projet sera réalisé sous la responsabilité du professeur Jean-Pierre Fortin.

De plus, l'équipe de recherche et développement comprendra:

- M. Serge Massicotte, agent de recherche spécialisé en mathématiques et informatique.
- Mme Josée Fitzback, agente de recherche spécialisée en mathématiques et informatique.
- M. Richard Turcotte, assistant spécialisé en hydrologie.
- M. Pierre Trudel, technicien en informatique.
- M. Jean-François Dion et Mme Marylène Fillion (selon leurs disponibilités), technicien et technicienne en informatique.

3.2 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 de recherche et développement du sous-projet auquel il contribue. Ces temps sont présentés au tableau 3.1.

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

- | | | |
|--|---|--------|
| - Jean-Pierre Fortin | : | JPF |
| - Agents de recherche en mathématiques et informatique | : | A.M.I. |
| - Assistant en hydrologie | : | A.H. |
| - Technicien en informatique | : | T.I. |

3.3 Salaires horaires et journaliers du personnel

Les salaires horaires et journaliers du personnel déterminés selon les taux de majoration établis entre l'INRS-Eau et HMS Énergie sont indiqués au tableau 3.2.

Tableau 3.1 Temps alloué en jours pour la réalisation du projet.

Activités	février 96 - juin 96				
	JPF	A.M.I.	A.H.	T.I.	TOTAL
1) Modèle de calcul des apports naturels					
Acquisition des informations nécessaires au calcul		2	1	2	5
Paramétrisation du pas de temps (24h et 6h)	3	3	5		11
Document sur l'analyse fonctionnelle	1	10	3		14
Modèle objet et modèle fonctionnel		5			5
Programmation		3		7	10
Stockage des informations		1		2	3
Tests et validation	1	2	2	4	9
sous-total	5	26	11	15	57
2) Procédure de calibration du modèle					
Acquisition des informations nécessaires à la calibration		2		2	4
Document sur l'analyse fonctionnelle	1	15	5		21
Modèle objet et modèle fonctionnel		5			5
Programmation		5		15	20
Stockage des informations		1		2	3
Tests et validation	1	2	3	5	11
sous-total	2	30	8	24	64
3) Génération des séries d'apports naturels					
Acquisition des informations nécessaires à la génération		2		1	3
Document sur l'analyse fonctionnelle	1	10	2		13
Modèle objet et modèle fonctionnel		4			4
Programmation		2		6	8
Stockage des informations		2		1	3
Tests et validation	1	2	2	5	10
sous-total	2	22	4	13	41
4) Mise-à-jour de l'état d'un bassin					
Acquisition des informations nécessaires à la mise-à-jour		2		2	4
Document sur l'analyse fonctionnelle	1	15	3		19
Modèle objet et modèle fonctionnel		5			5
Programmation		5		15	20
Stockage des informations		1		2	3
Tests et validation	1	2	3	5	11
sous-total	2	30	6	24	62
TOTAL	11	108	29	76	224

Tableau 3.2 Taux horaires et journaliers en vigueur pour le projet

Nom	Taux horaires	Taux journaliers	Taux de Majoration	Taux horaires majorés	Taux journaliers majorés
Jean-Pierre Fortin	61.31\$	429.16\$	2.0	122.62\$	858.32\$
Serge Massicotte/ Josée Fitzback	28.48\$	199.35\$	2.0	56.96\$	398.69\$
Richard Turcotte	19.58\$	137.03\$	2.0	39.15\$	274.05\$
Pierre Trudel/ Jean- François Dion/ Marylène Fillion	18.82\$	131.74\$	2.0	37.64\$	263.47\$

3.4 Échéancier

Le tableau 3.3 présente l'échéancier des différentes activités. On distingue deux parties dans l'échéancier.

La première partie consiste en la réalisation des trois premières activités énumérées en introduction. Les travaux devraient débuter dans la première semaine de février 1996 et se poursuivre jusqu'à la fin de juin 1996. Un calcul rapide nous indique qu'il y a 20 semaines disponibles, cependant nous prévoyons compléter les modules à la mi-mai, afin d'allouer une période raisonnable pour l'intégration et les derniers tests. Par conséquent, le développement portera sur 14 semaines, le reste du temps permettra d'apporter les ajustements nécessaires.

La deuxième partie consiste en la réalisation de la quatrième activité énumérée en introduction. Elle débutera en juillet 1996 pour se terminer au début septembre 1996. Il y aura donc 7 semaines de développement et environ 2 semaines réservées à l'intégration dans l'environnement HYDROSOFT.

Plusieurs activités s'exécuteront concurremment, les efforts variant selon le temps. Les zones foncées indiquent la période de développement. À la fin de cette période, l'intégration des modules développés à l'INRS-Eau à l'environnement HYDROSOFT devrait s'entâmer. À la suite, les zones pâles représentent une période de tests et d'ajustements dans HYDROSOFT. La majorité des rencontres avec HMS Énergie seront cédulées à la période correspondant aux zones foncées, cependant, d'autres réunions auront lieu pour assurer l'intégration des modules développés par l'INRS-Eau.

Tableau 3.3 Échéancier en mois

Activités	96							
	fév	mar	avr	mai	juin	juil	août	sep
Modèle de calcul des apports naturels	■	■	■	■	■			
Procédure de calibration du modèle		■	■	■	■			
Formation des séries d'apports naturels	■	■	■	■	■			
Mise-à-jour de l'état d'un bassin						■	■	■

3.5 Coûts salariaux

Les coûts salariaux (tableau 3.4) ont été obtenus à partir des informations contenues aux tableaux 3.1 et 3.3.

3.6 Frais divers

Des frais de voyages et de fournitures seront chargés au projet. Présentement, HMS Énergie prévoit une plate-forme particulière pour leur logiciel:

- stations de travail Vax sous VMS;
- type de fenêtres X-Window;
- standard MOTIF pour la présentation.

Tableau 3.4 Coûts salariaux pour la réalisation du projet.

Activités	février 96 - juin 96				TOTAL
	JPF	A.M.I.	A.H.	T.I.	
1) Modèle de calcul des apports naturels					
Acquisition des informations nécessaires au calcul		797,38\$	274,05\$	526,94\$	1 598,37\$
Paramétrisation du pas de temps (24h et 6h)	2 574,96\$	1 196,07\$	1 370,25\$		5 141,28\$
Document sur l'analyse fonctionnelle	858,32\$	3 986,90\$	822,15\$		5 667,37\$
Modèle objet et modèle fonctionnel		1 993,45\$			1 993,45\$
Programmation		1 196,07\$		1 844,29\$	3 040,36\$
Stockage des informations		398,69\$		526,94\$	925,63\$
Tests et validation	858,32\$	797,38\$	548,10\$	1 053,88\$	3 257,68\$
sous-total	4 291,60\$	10 365,94\$	3 014,55\$	3 952,05\$	21 624,14\$
2) Procédure de calibration du modèle					
Acquisition des informations nécessaires à la calibration		797,38\$		526,94\$	1 324,32\$
Document sur l'analyse fonctionnelle	858,32\$	5 980,35\$	1 370,25\$		8 208,92\$
Modèle objet et modèle fonctionnel		1 993,45\$			1 993,45\$
Programmation		1 993,45\$		3 952,05\$	5 945,50\$
Stockage des informations		398,69\$		526,94\$	925,63\$
Tests et validation	858,32\$	797,38\$	822,15\$	1 317,35\$	3 795,20\$
sous-total	1 716,64\$	11 960,70\$	2 192,40\$	6 323,28\$	22 193,02\$
3) Génération des séries d'apports naturels					
Acquisition des informations nécessaires à la génération		797,38\$		263,47\$	1 060,85\$
Document sur l'analyse fonctionnelle	858,32\$	3 986,90\$	548,10\$		5 393,32\$
Modèle objet et modèle fonctionnel		1 594,76\$			1 594,76\$
Programmation		797,38\$		1 580,82\$	2 378,20\$
Stockage des informations		797,38\$		263,47\$	1 060,85\$
Tests et validation	858,32\$	797,38\$	548,10\$	1 317,35\$	3 521,15\$
sous-total	1 716,64\$	8 771,18\$	1 096,20\$	3 425,11\$	15 009,13\$
4) Mise-à-jour de l'état d'un bassin					
Acquisition des informations nécessaires à la mise-à-jour		797,38\$		526,94\$	1 324,32\$
Document sur l'analyse fonctionnelle	858,32\$	5 980,35\$	822,15\$		7 660,82\$
Modèle objet et modèle fonctionnel		1 993,45\$			1 993,45\$
Programmation		1 993,45\$		3 952,05\$	5 945,50\$
Stockage des informations		398,69\$		526,94\$	925,63\$
Tests et validation	858,32\$	797,38\$	822,15\$	1 317,35\$	3 795,20\$
sous-total	1 716,64\$	11 960,70\$	1 644,30\$	6 323,28\$	21 644,92\$
TOTAL	9 441,52\$	43 058,52\$	7 947,45\$	20 023,72\$	80 471,21\$

Afin de sauver du temps de développement, il est primordial que l'INRS-Eau possède une plate-forme identique à celle utilisée par HMS Énergie. Ainsi, l'INRS-Eau pourra compiler et tester son code source avant de l'intégrer à l'environnement HYDROSOFT.

3.6.1 Frais de voyage

Le tableau 3.5 présente les réunions prévues à Montréal pour la réalisation du projet. On y retrouve les informations telles que l'objet de la réunion, le lieu, la date approximative, le personnel, le nombre de jours et les coûts.

Dans le tableau 3.5, le personnel est identifié de la façon suivante:

- Jean-Pierre Fortin	:	JPF
- Serge Massicotte	:	SM
- Josée Fitzback	:	JF

3.6.2 Frais de fournitures

Un micro-ordinateur fourni par HMS qui restera à la disposition de l'INRS-Eau et qui pourra être transféré à d'autres projets si nécessaire. Les spécifications pour l'achat du micro-ordinateur seront fournies par l'INRS-Eau.

- Vax du centre INRS-Eau:	4 920.00\$
- Matériels:	4 035.00\$
	sous-total: 8 955.00\$

3.6.3 Total et commentaires

Les frais divers s'élèvent à 13 705.00\$. Toutefois, ces frais pourront éventuellement être réduits si certaines visites prévues à Montréal se passent à Québec, à l'INRS-Eau.

3.7 Enveloppe budgétaire

Les coûts salariaux et les frais divers s'élèvent à 94 177.00\$. Rappelons que ces frais pourront être réduits dans la mesure où certaines réunions, prévues à Montréal, se tiendront à Québec.

3.8 Documentation, programmation et tests

HMS Énergie étant actuellement certifié ISO 9001, l'INRS-Eau verra à s'inspirer pour la documentation, la programmation et les jeux d'essais des procédures actuellement en vigueur chez HMS Énergie. Un exemple de ces procédures sera fourni à l'INRS-Eau par HMS Énergie avant la fin de février 1996.

Tableau 3.5 Réunions à Montréal de février 96 à septembre 96 inclusivement.

Objet	Lieu	Date	Personnel	N ^{bre} jours	Coûts
Étude de la procédure de calibration	HMS	13/02/96	SM	1	150.00\$
Présentation de l'analyse fonctionnelle	HMS	05/03/96	JPF, SM, JF	1	250.00\$
Analyse du modèle objet et du modèle fonctionnel	HMS	12/03/96	SM, JF	3	800.00\$
Analyse du modèle objet et du modèle fonctionnel	HMS	26/03/96	SM, JF	3	800.00\$
Discussion sur les modules de l'INRS-Eau	HMS	30/04/96	SM, JF	1	200.00\$
Phase préliminaire d'intégration	HMS	14/05/96	SM, JF	2	500.00\$
Phase finale d'intégration	HMS	4/06/96	SM, JF	2	500.00\$
Présentation de l'analyse fonctionnelle	HMS	05/08/96	JPF, SM, JF	1	250.00\$
Analyse du modèle objet et du modèle fonctionnel	HMS	12/08/96	SM, JF	3	800.00\$
Phase finale d'intégration	HMS	9/09/96	SM, JF	2	500.00\$
Total:					4 750.00\$

3.9 Déroulement du projet

Le projet sera divisé en quatre phases:

La PHASE I du projet consistera à produire un schéma détaillé du système décrivant les modules HSAMI.SUB, AJUSPAR.PRN et partiellement EON.SUB, leurs origines, leurs intrants, leurs sorties ainsi que les fichiers et les liens les unissant. À ce schéma sera joint un échéancier détaillé indiquant les dates de livraison de chacun des modules et des fichiers impliqués. Une réunion de coordination aura alors lieu pour approuver ce plan de développement ainsi que les dates des réunions de coordination. Cette phase devra être terminée au plus tard au début mars 1996.

La PHASE II sera la phase de réalisation de la PHASE I. Elle se fera selon l'échéancier détaillé prévu au cours de la PHASE I.

La PHASE III du projet consistera à produire un schéma détaillé du système décrivant les modules EON.SUB (la partie relative à la mise-à-jour de l'état d'un bassin) et MISETA.SUB, leurs origines, leurs intrants, leurs sorties ainsi que les fichiers et les liens les unissant. À ce schéma sera joint un échéancier détaillé indiquant les dates de livraison de chacun des modules et des fichiers impliqués. Une réunion de coordination aura alors lieu pour approuver ce plan de développement ainsi que les dates des réunions de coordination. Cette phase devra être terminée au plus tard au début août 1996.

La PHASE IV sera la phase de réalisation de la PHASE III. Elle se fera selon l'échéancier détaillé prévu au cours de la PHASE III.

3.10 Modalité de paiement

Les paiements s'effectueront selon les modalités suivantes:

- 1/6 de la valeur totale en mars 1996
- 1/6 de la valeur totale en mai 1996
- 1/3 de la valeur totale en juillet 1996
- 1/3 de la valeur totale lors de l'approbation finale du produit par HMS Énergie