

**Record Number:** 147130  
**Author, Monographic:** Rousseau, A. N.//Jutras, S.  
**Author Role:**  
**Title, Monographic:** Compte-rendu de la réunion de lancement du projet CRSNG-RDC «adaptation du modèle hydrologique distribué Hydrotel au milieu boréal québécois

**Translated Title:**  
**Reprint Status:**  
**Edition:**  
**Author, Subsidiary:**  
**Author Role:**  
**Place of Publication:** Québec  
**Publisher Name:** INRS-Eau, Terre & Environnement  
**Date of Publication:** 2006  
**Original Publication Date:** Septembre 2006  
**Volume Identification:**  
**Extent of Work:** ii, 35  
**Packaging Method:** pages  
**Series Editor:**  
**Series Editor Role:**  
**Series Title:** INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche  
**Series Volume ID:** 889  
**Location/URL:**  
**ISBN:**  
**Notes:** Rapport annuel 2006-2007  
**Abstract:** Numéro demandé par sjutras le 1 octobre 2006, attribué par pdion le même jour  
ISBN? Pas assez de pages.  
Date de dépôt aux archives INRS-ETE prévues \_\_\_\_\_. Date réellement déposée 23 novembre 2006  
Rapport réalisé our le CRSNG-RDC

**Call Number:** R000889  
**Keywords:** rapport/ ok

**COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE  
LANCEMENT DU PROJET CRSNG-RDC  
« ADAPTATION DU MODÈLE  
HYDROLOGIQUE DISTRIBUÉ HYDROTEL  
AU MILIEU BORÉAL QUÉBÉCOIS »**

*Rapport de recherche No R889*

*Septembre 2006*



**COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DE LANCEMENT DU PROJET  
CRSNG-RDC « ADAPTATION DU MODÈLE HYDROLOGIQUE  
DISTRIBUÉ HYDROTEL AU MILIEU BORÉAL QUÉBÉCOIS »**

Projet CRSNG-RDC

« Adaptation du modèle hydrologique distribué HYDROTEL au milieu boréal québécois »

par

Alain N. Rousseau, Ph.D. ing.

Sylvain Jutras, Ph.D. ing.f.

Institut national de la recherche scientifique, INRS-ETE

490, rue de la Couronne, Québec (Québec), G1K 9A9

Rapport de recherche No R889

Septembre 2006



# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. RÉUNION DE LANCEMENT</b> .....	<b>1</b>
1.1 ADOPTION DE L'ORDRE DU JOUR (11H10).....	2
1.2 PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET (11H20).....	3
1.3 PRÉSENTATION DES TRAVAUX EN COURS (13H00).....	3
1.3.1 <i>IREQ</i> .....	3
1.3.2 <i>INRS-ETE</i> .....	4
1.3.3 <i>Contributions externes au projet</i> .....	5
1.4 DISCUSSION (15H15).....	6
1.5 PROCHAINE RÉUNION (16H00).....	7
1.6 VARIA (16H00).....	7
<b>2. ACTIONS</b> .....	<b>8</b>



# 1. Déroulement de la réunion

---

Lieu : Salon des professeurs (5e étage), INRS-ETE, 490 de la Couronne, Québec G1K 9A9

Date : 19 avril 2006, de 11h00 – 16h00

Étaient présents :

## ***Hydro-Québec / Ouranos :***

Gilles Brosseau  
Martin Beaudoin  
Noël Evora  
Luc Perreault  
Denis Tremblay  
Isabelle Chartier  
Michel Nadeau  
René Roy  
Lucie Bibeau  
Isabelle Doré

## ***INRS-ETE :***

Alain N. Rousseau  
Sylvain Jutras  
Brou Konan  
Monique Bernier  
Jean-Pierre Fortin  
Yves Gauthier  
Karem Chokmani  
Lisa-Marie Pâquet  
Maria Dissanka  
Claudio Paniconi  
Alain Royer  
Stéphane Savary  
Michel Slivitzky  
André St-Hilaire  
Simon Tardif

## ***Université Laval :***

Serge Payette  
Yann Arlen-Pouliot

## ***UQÀM :***

Michelle Garneau + 2 étudiants



Étaient absents :

**Hydro-Québec / Ouranos :**

Henri Pastorel  
Danielle DeSève  
Dominique Tapsoba

**INRS-ETE :**

Francis Gauthier  
François Chrétien  
Clément Clerc  
Rémy Bourdillon  
Jean-Pierre Villeneuve

**Observateur :**

Richard Turcotte (CEHQ)

## 1.1 Adoption de l'ordre du jour (11h10)

Il est proposé par Alain N. Rousseau, secondé par Monique Bernier, d'ajouter au point 1a une introduction des participants, de désigner Sylvain Jutras secrétaire de la réunion et d'adopter l'ordre du jour suivant :

1. Adoption de l'ordre du jour (A.N. Rousseau)
  - a. Introduction des participants
  - b. Désignation d'un ou une secrétaire (suivi et compte rendu)
2. Présentation sommaire du projet (A.N. Rousseau)
  - a. Équipe de R&D
  - b. Grandes lignes du projet
  - c. Activités de travail
  - d. Formation de PHQ
3. Présentation des travaux en cours
  - a. IREQ (I. Chartier)
    - i. Collecte de données et instrumentation
    - ii. Applications PHYSITEL/HYDROTEL sur la Nécopastic
  - b. INRS-ETE
    - i. Achat et installation des équipements pour la station météorologique de la Nécopastic (S. Jutras)
    - ii. Analyse spatio-temporelle des sorties du MRCC (B. Konan)
    - iii. Contribution externe au projet
      1. Développement de la nouvelle version de PHYSITEL (A. Royer, A.N. Rousseau)
      2. Analyse de sensibilité d'HYDROTEL (M.-P. Lavigne, A.N. Rousseau)
      3. Cartographie des tourbières (bog/fen) à l'aide de l'imagerie Landsat-TM (K. Chokmani)

4. Discussions
  - a. Point sur l'échéancier de travail (A.N. Rousseau)
  - b. Investissement en équipement (S. Jutras)
  - c. Partage des données avec l'Équipe de S. Payette - Modélisation des milieux humides (A. St-Hilaire) et Classification d'images (M. Bernier)
  - d. Investissement de ressources informatiques pour améliorer les performances de PHYSITEL et HYDROTEL (A.N. Rousseau)
  - e. Connectivité des tourbières à l'aide des images Landsat-TM et Quickbird (M. Bernier)
5. Proposition d'une date pour la prochaine réunion
6. Varia

## **1.2 Présentation sommaire du projet (11h20)**

Alain N. Rousseau fait une présentation sommaire du projet (voir copie de la présentation ppt; Annexe 1).

### ***Dîner (12h00)***

## **1.3 Présentation des travaux en cours (13h00)**

### **1.3.1 IREQ**

Isabelle Chartier (13h00) présente les caractéristiques principales du bassin versant de la Nécopastic dont la localisation (ex. : bassin situé entre LG1 et LG2, superficie de 250 km<sup>2</sup>, couverture importante de tourbières) ainsi que l'équipement hydrométéorologique en place dont les équipements d'HQ/IREQ (deux stations hydrométriques et une station météorologique) et ceux des trois stations météorologiques opérées par Simon Tardif et André St-Hilaire (projet aqualyse des tourbières de Serge Payette). Isabelle ajoute que la station hydrométrique équipée des bulleurs n'est pas fonctionnelle et que, pour corriger la situation, Michel Nadeau et son équipe y ajouteront un vélocimètre cette année. André St-Hilaire souligne que la majorité des tourbières présentes dans le bassin versant sont de type ombrotrophe et que dans une moins grande proportion on retrouve des tourbières minérotrophes en périphérie des tourbières ombrotrophes. À ce sujet Serge Payette ajoute que l'on retrouve surtout des tourbières minérotrophes plus à l'ouest près de l'aéroport de LG4. Isabelle Chartier fait également le point sur la construction à l'aide de PHYSITEL d'une première base de données pour la mise en place d'HYDROTEL tout en soulignant que la faible résolution du MNA utilisé jusqu'à

maintenant rend difficile la définition de la ligne de partage des eaux du bassin. Elle termine en soulignant que ses prochaines activités porteront sur la finalisation de la base de données hydrométéorologiques du bassin ainsi que la poursuite de l'application d'HYDROTEL en collaboration avec Sylvain Jutras.

### 1.3.2 INRS-ETE

(i) Sylvain Jutras (13h15) fait le bilan sur sa recherche exhaustive d'information géographique plus à jour concernant le bassin versant de la Nécopastic (ex. : topographie, occupation du sol et type de dépôts de surface, MNA) et l'intérêt d'utiliser la technologie LIDAR pour obtenir un MNA de haute résolution bien que cette technologie soit onéreuse. Alain N. Rousseau souligne que cela serait de l'ordre de 100 k\$ pour la Nécopastic. Il souligne qu'Étienne Boucher, doctorant de Yves Bégin du CEN, a aussi un intérêt pour la technologie LIDAR. Yves Gauthier suggère que ce dernier besoin pourrait être substitué par des relevés des coordonnées x,y,z de certaines régions du bassin au moyen du GPS à résolution fine de Daniel Cluis dont il gère actuellement l'utilisation. Sylvain Jutras enchaîne avec une présentation géographique du réseau de stations météorologiques et fait le point sur l'ajout ce printemps de matériels pour la station Nécopastic (radiomètre et sondes à température du sol et du couvert nival) qui sera fait par Michel Nadeau. Sylvain Jutras ajoute qu'il serait bénéfique au niveau de la modélisation (i.e., distribution spatiale des précipitations) d'ajouter de nouvelles stations météorologiques dans la portion sud du bassin car les stations actuelles se retrouvent toutes dans le nord du bassin dans un axe est-ouest. Michel Nadeau souligne l'intérêt d'ajouter des anémomètres aux stations météorologiques supplémentaires afin de faire les corrections sur les précipitations. Yves Gauthier suggère de considérer l'ajout aux stations de l'équipement nécessaire à la télémétrie afin de suivre à distance le fonctionnement et surtout d'assurer l'archivage des données. Michel Nadeau précise que la transmission des données peut s'avérer coûteuse (transmission satellite) et qu'il est plus avantageux de sauvegarder les données sur place à l'aide de « dataloggers » et de prévoir des visites régulières ainsi que la mise en place d'un dispositif de suivi à distance du fonctionnement des instruments.

(ii). Brou Konan (13h30) fait une présentation préliminaire des corrélations spatio-temporelles des données hydrométéorologiques (ex. : températures minimum et maximum, précipitations totales et en neige, écoulement total, ruissellement de surface, couvert nival, évaporation totale, sublimation) du MRCC sur le bassin de la Chaudière (30 années de simulations historiques). Les résultats de cette présentation portent sur la précipitation totale. Sans rentrer dans les détails de la présentation, au niveau temporel, les résultats montrent que : les précipitations sont plus faibles de janvier à mars, plus élevées de juin à août; plus variables aux mois de janvier, février et octobre et moins variables aux mois de juillet et août. Au niveau spatial, la corrélation des précipitations en fonction de la distance (parallèle : sud-ouest et nord-est et perpendiculaire : sud-est et nord-ouest au fleuve Saint-Laurent et sur les diagonales est-ouest et nord-sud) a été étudiée. Les données sont analysées aux 100 km (l'ordre de grandeur de la Chaudière). Les coefficients de corrélation (0,82 à 0,99) montrent que les précipitations moyennes mensuelles sont fortement corrélées. Ils sont plus élevés dans la direction parallèle au fleuve que dans les autres directions. Sur les diagonales, les coefficients sont plus élevés dans la direction est-ouest que dans la direction nord-sud. Les précipitations mensuelles sont plus corrélées en hiver (coefficients entre 0,91 et 0,99) qu'au cours des autres saisons (printemps : 0,86 à 0,98; été : 0,70 à 0,95; automne : 0,80 à 0,97). Les précipitations moyennes mensuelles interannuelles varient très peu dans l'espace (coefficients de variation entre 0,09 et 0,13). Luc Perreault suggère plus de prudence dans l'interprétation des résultats pour les

données de précipitation. L'incertitude du modèle (MRCC) s'ajoute à l'incertitude de l'analyse statistique. Il serait également intéressant d'utiliser des méthodes géostatistiques reconnues (i.e., variogramme) pour appuyer ses travaux. À ce sujet, il est suggéré à Brou Konan de consulter Luc Perreault et/ou André St-Hilaire. L'extension de l'analyse aux autres données hydrométéorologiques et la comparaison avec les données mesurées sur le bassin sont à venir.

### 1.3.3 Contributions externes au projet

1. Alain Royer (13h50) fait une description des travaux en cours sur le développement de la nouvelle version de PHYSITEL (ex. : restructuration complète du code source et de l'interface utilisateur, compilation sur Visual Studio 2005, amélioration de plusieurs aspects problématiques dont le calcul de la matrice d'écoulement, traitement du réseau vectoriel imposé). Au niveau du calcul de la matrice d'écoulement, Alain Royer et Alain N. Rousseau précisent qu'un nouvel algorithme augmente considérablement la performance de PHYSITEL – des exemples de calcul sur trois bassins versants sont présentés. La nouvelle version est déjà beaucoup plus rapide que l'ancienne et Alain Royer avance que cette nouvelle version est prévue pour la fin mai (principaux gains attribués à l'usage de Visual Studio 2005 ~ Version Release; l'abandon de la projection UTM par défaut pour le MNA et le réseau vectoriel, au niveau du calcul du réseau matriciel et des orientations). Gilles Brosseau suggère que PHYSITEL puisse considérer l'écoulement inverse et sorties multiples pouvant être provoqués par les embâcles ou des particularités de la bathymétrie des lacs et réservoirs. Les travaux futurs porteront sur l'édition des cartes (MNA, orientation, etc.), la détermination du réseau et des UHRH, l'exportation vers HYDROTEL, l'amélioration à l'interface utilisateur et bien entendu l'exécution de plusieurs tests.

2. Martin-Pierre Lavigne (14h10) décrit son analyse de sensibilité en cours du modèle HYDROTEL sur un bassin de la Forêt Montmorency. Les variables les plus sensibles sont mises en valeur tant au niveau annuel que saisonnier. Denis Tremblay suggère de faire des rapprochements avec la Chaire en hydrologie statistique qui effectue des analyses de sensibilité sur le modèle HSAMI. Alain N. Rousseau précise qu'il est très ouvert à présenter les travaux de Martin-Pierre à l'équipe de la Chaire qui travaille sur le calage automatique des modèles hydrologiques. Il a aussi été question de l'effet très important qu'apporte la variation des caractéristiques du sol (ex. : type, profondeur des couches, caractéristiques physiques du matériel, etc.). On souligne également la difficulté d'accéder à de l'information précise sur la profondeur des couches de sol. Alain N. Rousseau précise que cette analyse de sensibilité vise à guider les éventuels utilisateurs pour le calage, pas au développement d'une méthode d'étalonnage automatique du modèle (travaux de doctorat en cours de Richard Turcotte sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve). Jean-Pierre Fortin suggère qu'une analyse de sensibilité pourrait être faite sur les bassins déjà calés avec HYDROTEL, qui sont de plus en plus nombreux et diversifiés. Les paramètres communs les plus stables ainsi que les plus variables pourraient être déterminés. André St-Hilaire ajoute qu'il est possible de calculer analytiquement la sensibilité relative de chacune des équations (voir sous-modèle) d'HYDROTEL. Alain N. Rousseau précise que Martin-Pierre complète présentement ce type d'analyse pour HYDROTEL mais pour l'ensemble du modèle et non pour chacune des composantes (e.x. :, composantes écoulement en rivière, évapotranspiration, etc.). Denis Tremblay, suggère également à Martin-Pierre d'interpréter ses résultats selon une approche de débits classés qui diffère quelque peu de l'interprétation saisonnière.

3. Karem Chokmani (14h35) résume l'ensemble des travaux de télédétection réalisés dans le cadre du projet Aqualyse des tourbières de Serge Payette, plus précisément sur l'évaluation de l'état écologique actuel des tourbières du complexe La Grande. Plus précisément, les objectifs du volet télédétection sont : (i) cartographier et quantifier l'étendue des deux principaux types de tourbières (ombrotrophe et minérotrophe) rencontrés dans le Complexe La Grande (secteur amont : Tundra forestière (Brisay) et secteur aval : forêt boréale ouverte (Radisson)) et (ii) évaluer la structure spatiale des tourbières précisant la répartition et l'étendue des compartiments terrestres et aquatiques. Au niveau du 1er objectif, les résultats de la cartographie des tourbières réalisée à partir des images Landsat-TM dans le cadre de travaux en partenariat avec l'équipe de Michèle Garneau (Projet CRSNG-RDC : Carborn dynamic in boreal peatlands, 2001-2005) montrent une bonne résolution pour les milieux humides et une bonne précision de la classification (78%/150 sites dont la moitié a servi pour la validation) pour trois types de tourbières : ombrotrophe, minérotrophe et mixte. Au niveau du deuxième objectif, Karem fait également une description de l'avancement des travaux de doctorat de Maria Dissanka sur les images Quickbird, SPOT et les photographies aériennes. Les résultats sont prometteurs d'autant plus qu'il y a une possibilité de faire des liens entre les structures spatiales, les cartes de végétation des tourbières avec les bases de données des indices foliaires nécessaires à la modélisation du processus d'évapotranspiration.

### ***Pause café (14h55)***

## **1.4 Discussion (15h15)**

a. Alain N. Rousseau remet à tous les participants l'échéancier du projet. Il souligne que la prochaine réunion est prévue pour le mois d'octobre 2006 et que le premier rapport d'étape à rédiger est pour le 31 mars 2007.

b. Alain N. Rousseau et Sylvain Jutras animent une discussion sur la pérennité des stations météorologiques opérées par Simon Tardif et André St-Hilaire et de l'intérêt de poursuivre leur opération au-delà de l'été 2007. Simon Tardif suggère l'ajout de mémoire sur les stations pour réduire le nombre de visites dans l'année. Yves Gauthier suggère la transmission des données par satellite. Michel Nadeau ne recommande pas cette option car les coûts sont exorbitants. Les stations météorologiques d'Hydro-Québec sont équipées d'antennes MSAT, mais elles ne servent qu'à la vérification ponctuelle du bon fonctionnement des équipements. Par ailleurs, Serge Payette suggère de contacter Denis Sarazin, le responsable du réseau de stations météorologiques du CEN, pour s'enquérir de l'expérience de ce dernier à l'installation et l'opération de stations météorologiques en milieu boréal.

c. Alain N. Rousseau et Sylvain Jutras animent une discussion sur le partage des données acquises sur les sites d'étude de Simon Tardif et André St-Hilaire. Tous se sont montrés très ouverts à une collaboration sans encombre à ce niveau. Toutefois, chacun doit rester souverain de ses propres données et des inférences qui peuvent en être tirées. Monique Bernier insiste sur le fait que l'analyse qui a été faite sur les images LANSAT visait la détermination des deux principaux types de tourbières (ombrotrophe et minérotrophe). Par contre, la méthode de traitement des images utilisée pourrait facilement servir à identifier d'autres types d'occupation du sol.

d. La discussion sur l'investissement de ressources humaines pour améliorer les performances de PHYSITEL et HYDROTEL aura lieu après la réunion de lancement car celle-ci ne concerne pas les livrables de ce projet CRSNG-RDC. Cette discussion se fera entre Alain N. Rousseau et Martin Beaudoin.

e. Au niveau de la connectivité hydrologique des tourbières, Serge Payette précise que le bassin de la Nécopastic est surtout recouvert de tourbières ombrotrophes, alors, il serait peut-être pertinent d'identifier un autre bassin versant dans la région de LA1, là où les lacs et les tourbières minérotrophes abondent. Il est alors question de la rivière La Forge ou Caniapiscau. Yves Gauthier précise que les images radar, quoique peu utiles à la caractérisation des milieux humides du bassin de la rivière La Grande, sont très sensibles à l'humidité. De telles images pourraient être utiles à l'étudiant en charge de l'évaluation de la connectivité des tourbières (Francis Gauthier). À ce sujet, Monique Bernier et Alain N. Rousseau soulignent qu'ils feront sous peu le point sur cette question, et ce afin de définir dans un premier temps le stage d'été de Francis Gauthier.

## **1.5 Prochaine réunion (16h00)**

Ce point a été réglé lors de la discussion (voir 4a).

## **1.6 Varia (16h00)**

Jean-Pierre Fortin rappelle que l'INRS-Eau a réalisé des travaux de modélisation hydrologique dans la région de la Baie de James au début des années soixante-dix. Cette expérience sera bénéfique à l'ensemble du projet. Il serait par ailleurs souhaitable de faire une application de la version actuelle d'HYDROTEL sur un autre bassin versant dans la région de LA1, là où les lacs et les tourbières minérotrophes abondent, et ce afin de mieux contraster l'application de la version actuelle d'HYDROTEL sur la Nécopastic, site de tourbières à prédominance ombrotrophes.

Gilles Brosseau insiste sur l'importance du respect des mesures de sécurité lors de travaux de terrain. Il recommande à tous de s'informer des règles en vigueur auprès d'Hydro-Québec (point de contact Isabelle Chartier) et il rappelle à tous qu'il faut recevoir une invitation officielle d'Hydro-Québec pour se rendre à Radisson. Les ressources nécessaires seront mises à notre disposition. L'achat ou l'utilisation de téléphones satellitaires est fortement recommandé. Sylvain Jutras se porte responsable de l'aspect de la sécurité pour l'équipe d'Alain N. Rousseau.

## **Clôture de la réunion (16h10)**



## 2. ACTIONS

---

Alain N. Rousseau & Sylvain Jutras :

Gestion du projet dans son ensemble et suivi de la réunion de lancement au niveau des points suivants :

Brou Konan :

Consulter Luc Perreault et/ou André St-Hilaire au sujet de la construction des variogrammes.

André St-Hilaire :

Faire la liste des instruments disponibles pour l'établissement de stations météorologiques.

Monique Bernier & Alain N. Rousseau :

Faire le point sur la télédétection de la connectivité hydrologique des milieux humides à l'aide des images LANDSAT afin de définir dans un premier temps le stage d'été de Francis Gauthier.





### 3. Annexe 1: Présentation sommaire du projet

---

Diapositive 1

CRSNG-RDC/Ouranos/Hydro-Québec  
2006 – 2009

---

**Adaptation du  
Modèle Hydrologique Distribué HYDROTEL  
au Milieu Boréal Québécois**

---

*Réunion de Lancement*  
19 Avril 2006/11:00 – 16:00  
Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

1

Diapositive 2

**Équipe de R&D**

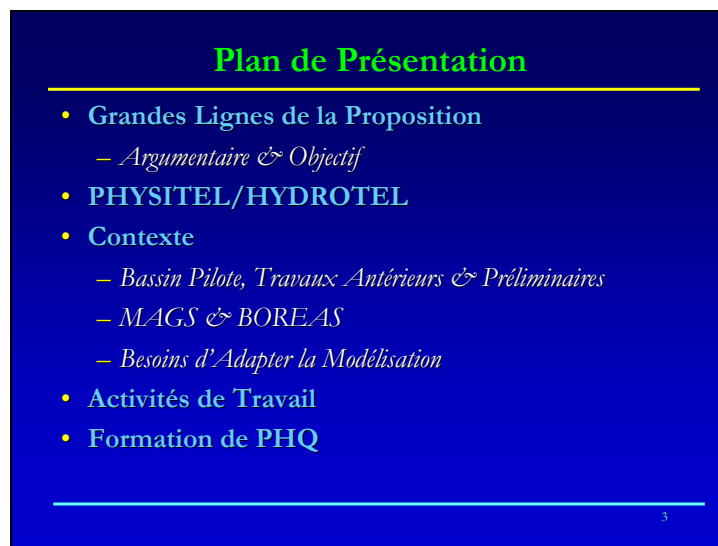
---

- **INRS-ETE**
  - *A.N. Rousseau, M. Bernier, C. Paniconi, J.-P. Fortin, A. St-Hilaire, J.-P. Villeneuve*
  - *A. Royer, Y. Gauthier, S. Savary*
- **HQ/IREQ/Ouranos** – *D. Tremblay, I. Chartier, G. Desrochers, R. Roy, M. Śliwizki*
- **CEHQ** - *R. Turcotte*
- **IREQ** – *V. Fortin*

---

2

Diapositive 3

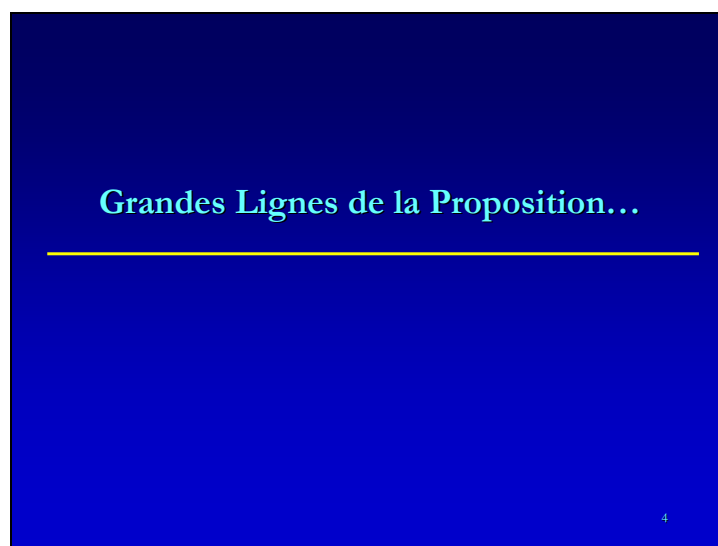


**Plan de Présentation**

- **Grandes Lignes de la Proposition**
  - *Argumentaire & Objectif*
- **PHYSITEL/HYDROTEL**
- **Contexte**
  - *Bassin Pilote, Travaux Antérieurs & Préliminaires*
  - *MAGS & BOREAS*
  - *Besoins d'Adapter la Modélisation*
- **Activités de Travail**
- **Formation de PHQ**

3

Diapositive 4



**Grandes Lignes de la Proposition...**

4

Diapositive 5

**Argumentaire**

---

- **Depuis le Milieu des Années 80, les Bassins Hydroélectriques du Milieu Boréal**
  - *Périodes Inattendues de Faible Hydraulicité*
  - *Reprise Lente de l'Hydraulicité lors des Retours de Conditions de Précipitations Favorables*
    - **Capacité de Stockage Importante des Milieux Humides & Lacs Interconnectés**

---

5

Diapositive 6

**Objectif & Retombées**

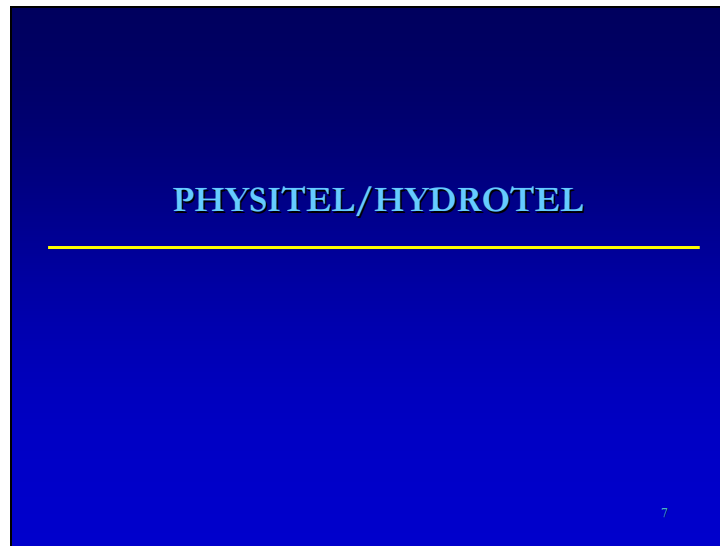
---

- Appliquer et Adapter le modèle HYDROTEL au Milieu Boréal Québécois afin de mieux Comprendre les Comportements Hydrologiques Historiques & Futures de ses Bassins Versants

---

6

Diapositive 7



Diapositive 8



Diapositive 9

### Données d'Entrée

- **Modèle Numérique d'Altitude (MNA)**
  - Données Matricielles
- **Occupation du Territoire**
  - Données Matricielles
- **Types de Sol**
  - Données Matricielles
- **Réseau Hydrographique & Contours de Lacs (Optionnel)**
  - Données Vectorielles

9

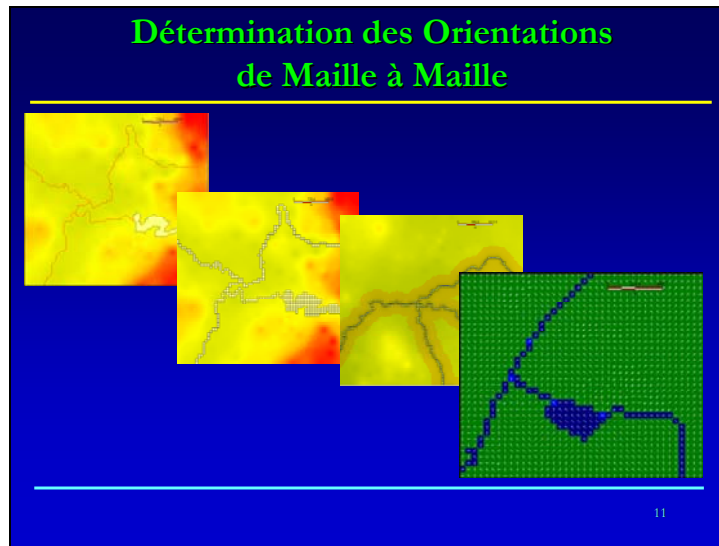
Diapositive 10

### Procédure en 13 Étapes

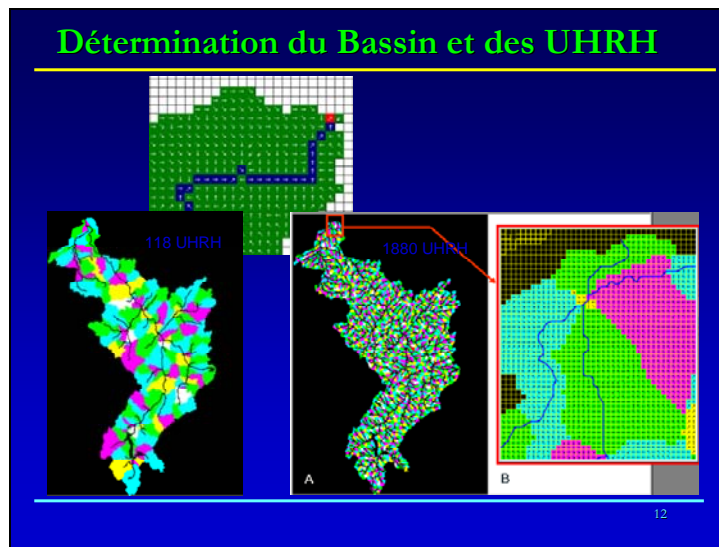
```
graph TD; MNA[MNA] --> EleMod[Élévations Modifiées]; RHIN[RHIN] --> ModRHIN[Modification l'Écoulement des Cellules du RHIN]; ContoursLacs[Contours de Lacs] --> ResHydro[Réseau Hydro]; UHRH[UHRH] --> ResHydro; EleMod --> MNAMod[MNA Modifié]; ModRHIN --> ModRHIN; ResHydro --> ResHydro; LimitesBassin[Limites de Bassin] --> ModRHIN; DirectionsEcoulement[Directions Écoulement] --> ModRHIN; MNAMod --> ResHydro; ModRHIN --> ResHydro; ResHydro --> UHRH; UHRH --> UHRH;
```

10

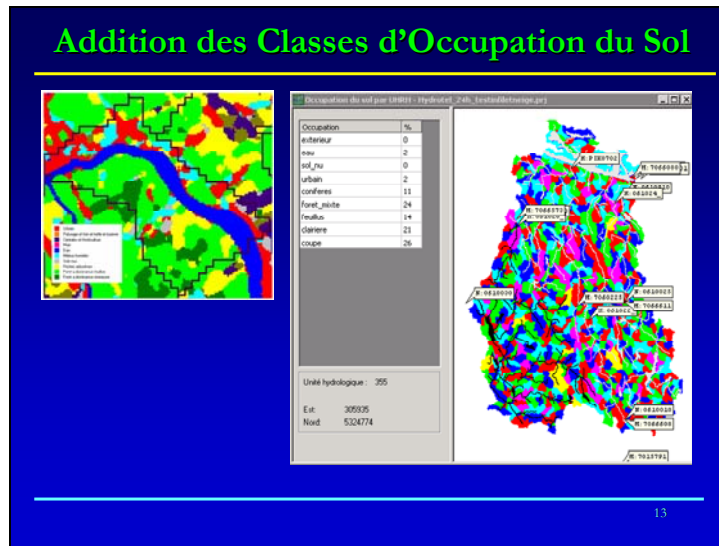
Diapositive 11



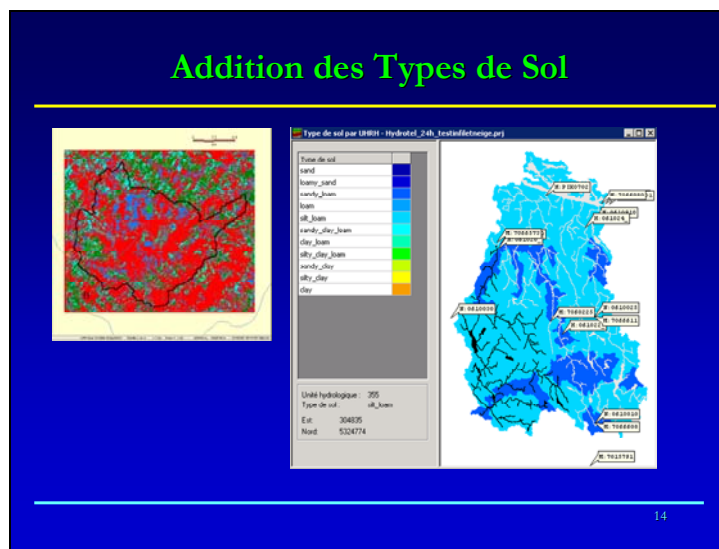
Diapositive 12



Diapositive 13



Diapositive 14



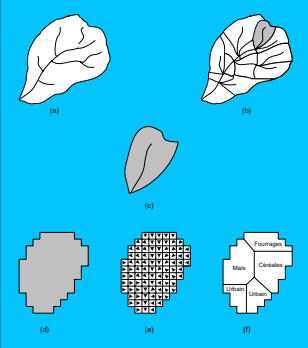


Diapositive 15

### Domaines de Calcul d'HYDROTEL

Découpage Spatial

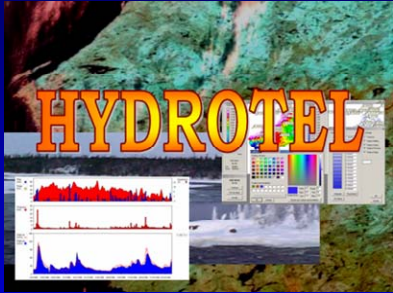
- a. Bassin Versant
- b. Sous-Bassins Versants  
Élémentaires (UHRH:  
*3 Couches de Sol et 1  
Tronçon de Cours d'Eau*)
- c. UHRH
- d. UHRH Numérisée
- e. Schéma d'Écoulement  
de Surface
- f. Occupations du Sol



15

Diapositive 16

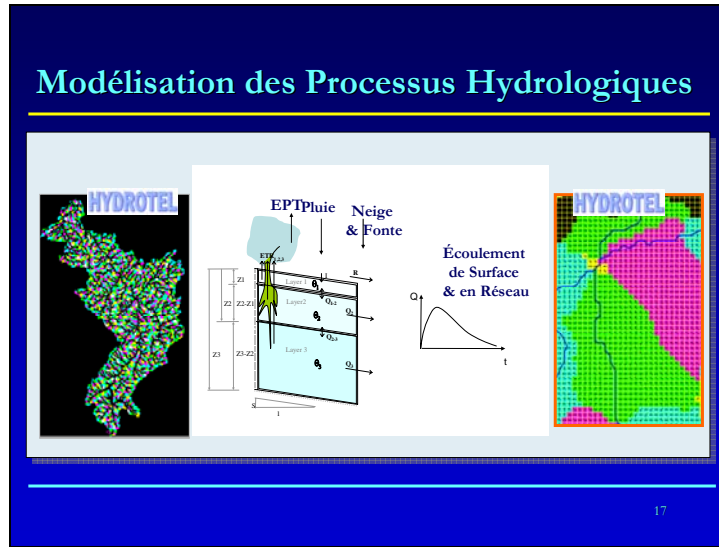
### Modélisation Hydrologique Distribuée<sup>[1,2]</sup>



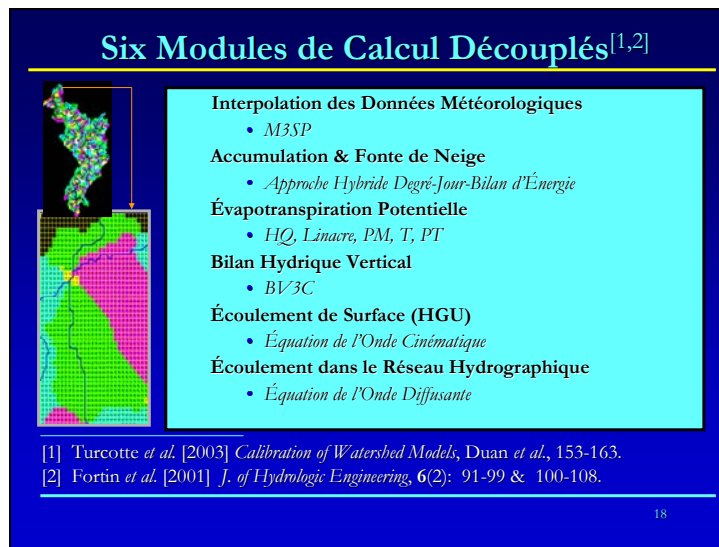
[1] Turcotte *et al.* [2003] *Calibration of Watershed Models*, Duan *et al.*, 153-163.  
[2] Fortin *et al.* [2001] *J. of Hydrologic Engineering*, 6(2): 91-99 & 100-108.

16

Diapositive 17



Diapositive 18



Diapositive 19

**Contexte**

---

19

Diapositive 20

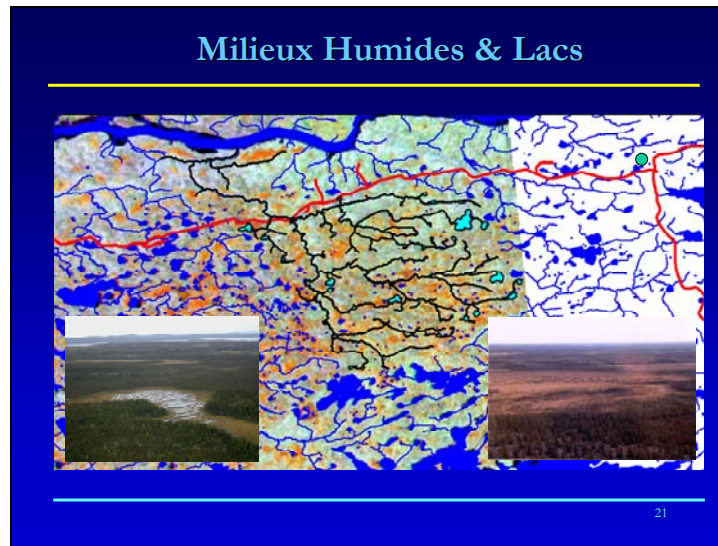
**Bassin Versant de la Nécopastic**



- 250 km<sup>2</sup> de Superficie
- Région Hydrographique des Baies de James et d'Hudson
- Forêt Coniférienne Boréale, sur la Rive Sud de La Grande Rivière entre les Centrales LG1 et LG2 (latitude/longitude : 53°43'36"N /78 °13'59"O), Situé près de Radisson.

20

Diapositive 21



Diapositive 22

The slide is titled 'Résultats de MAGS & BOREAS' in white text on a dark blue background. It contains a bulleted list of research topics and findings. The first main bullet is 'MAGS [Rouse et al., 2003; Stewart, 2002]' with three sub-bullets: 'Infiltrations de l'Eau dans les Sols Gelés', 'Crue Printanière & Connectivité Hydrologique', and 'Milieux Humides & Lacs'. The second main bullet is 'BOREAS [Sellers et al., 1997]' with four sub-bullets: 'Couvert de Mousse Décomposé (Sols Pauvres)', 'Rôle de la Couche Supérieure de Sol', 'ETA\_e & a = f(Tair, HRair)', and 'ETA\_p = f(Tsol)'. The slide is numbered '22' in the bottom right corner.

Diapositive 23

**Adaptation de la Modélisation au Milieu Boréal**

---

- **Processus Hydrologiques Liés au Bilan d'Énergie**
  - *Évaporation & ETP & ETA*
  - *Gel/Dégel du Sol*
  - *Fonte de la Neige*
  - *Séparation des Écoulements*

---

23

Diapositive 24

**Activités de Travail (AT)...**

---

*Quatre Grandes AT*

---

24

Diapositive 25

**Activités de Travail**

---

- **AT1 - Application PHYSITEL/HYDROTEL**  
– *Bassin Versant de la Rivière Nécopastic*
- **AT2 – Adaptation de la Modélisation Hydrologique**
- **AT3 - Calage d'HYDROTEL**
- **AT4 - Simulations des Comportements Hydrologiques Historiques et Futures**

---

25

Diapositive 26

**AT1 - Application PHYSITEL/HYDROTEL**  
*Bassin Versant de la Nécopastic*

---

1. Poursuite des Travaux Entrepris à l'IREQ/Ouranos (Resp.: *A.N. Rousseau & P.Doc\_1*; Coll.: *I. Chartier, D. Tremblay*)
2. Évolution de la Connectivité au Réseau de Drainage des Tourbières Minérotrophes & Ombotrophes, à Partir d'Analyse d'Images Multispectrales (Resp.: *M. Bernier & A.N. Rousseau*; Coll.: *M.Sc.\_1, J.-P. Fortin, Y. Gauthier*)
3. Ajout des Projections Lambert et Stéréopolaire à HYDROTEL (Resp.: *A.N. Rousseau & A. Royer, S\_1*; Coll.: *J.-P. Fortin*)

---

26

Diapositive 27

*AT2 - Adaptation de la Modélisation*

---

1. Évaluation de la Performance de Différentes Équations d'Évaporation & d'Évapotranspiration (Resp.: *A.N. Rousseau* ; Coll.: *P.Doc\_1, M.Sc.\_2, J.-P. Fortin, M. Slivitzky*)
2. Modélisation du Gel/Dégel du Sol (Resp.: *A.N. Rousseau* ; Coll.: *J.-P. Fortin, S. Savary, & R. Turcotte*)
3. Évaluation de la Performance du Modèle Unicouche Mixte Degrés-Jours – Bilan d'Énergie Thermique d'HYDROTEL en Comparant les Résultats avec ceux Produits par le Modèle CROCUS (Resp.: *S. Savary & P.Doc\_1* ; Coll.: *J.-P. Fortin*)

---

27

Diapositive 28

*AT2. Adaptation de la Modélisation*

---

4. Recension de la Littérature sur les Modèles de Sous-Captage des Précipitations en Fonction du Vent & de la Sublimation (Resp.: *A. St-Hilaire & P.Doc\_1*)
5. Différentiation des Écoulements et des Types de Sol de Chacune des Couches de Sol (Resp.: *C. Paniconi* ; Coll.: *J.-P. Fortin & A. Royer*)
6. Modélisation des Écoulements dans les Milieux Humides (Resp.: *A.N. Rousseau & C. Paniconi* ; Coll.: *M.Sc.\_3 & J.-P. Fortin & A. Royer*)

---

28

Diapositive 29

*AT2. Adaptation de la Modélisation*

---

7. Modélisation des Écoulements dans les Lacs et Réservoirs (Resp.: *A.N. Rousseau*; Coll.: *M.Sc. 4* & *R. Turcotte* & *A. Royer*)

---

29

Diapositive 30

*AT3 - Calage d'HYDROTEL*

---

1. Sur la Base des Travaux de Calage Effectués à l'IREQ et l'INRS/CEHQ, Mise en Place d'une Méthode de Calage pour la Version Adaptée d'HYDROTEL (Resp.: *J.-P. Villeneuve* & *A.N. Rousseau*; Coll.: *R. Turcotte*)

---

30



Diapositive 31

*AT4 - Simulations des Comportements Hydrologiques Historiques et Futures*

---

1. Détermination du Potentiel d'Utilisation des Données de Réanalyses (ex. : NCEP/NCAR [*Kalnay et al., 1997*] et ERA [*Gibson et al., 1996, 1997; Simmons et Gibson, 2000*]) et du MRCC pour Alimenter HYDROTEL (Resp.: *A.N. Rousseau & P.Doc\_2* ; Coll.: *G. Desrochers & M. Slivitzky*)

---

31

Diapositive 32

*AT4 - Simulations des Comportements Hydrologiques Historiques et Futures*

---

2. Utilisation d'HYDROTEL sur la Nécopastic pour Simuler les Comportements Hydrologiques Historiques et Futures - Données d'Expériences de Scénarios de CC Disponibles chez Ouranos ou les Sorties du MRCC (Resp.: *A.N. Rousseau & P.Doc\_2* ; Coll.: *M. Slivitzky*)

---

32

Diapositive 33

**Formation de PHQ...**

---

*Deux Stagiaires Postdoctorals,  
Quatre Étudiants-Chercheurs au 2<sup>e</sup> Cycle et  
Deux Stagiaires du 1<sup>er</sup> Cycle*

33

Diapositive 34

**Formation**

---

- **P.Doc\_1** - Sylvain Jutras (*ing. Forestier, U. Laval*)  
Hiver 2006 (Direct.: *A.N. Rousseau*)
  - Modélisation des Processus Liés au Bilan d'Énergie (AT2.1-2.3)
  - Support à la Coordination du Projet

---

34

Diapositive 35

**Formation**

---

- **P.Doc\_2** - Brou Konan (*Math. & Modélisation Hydrologique, U. Aboubouadjamé, Côte d'Ivoire*) Hiver 2006 (Co-Direct.: A.N. Rousseau & M. Slivitzky)
  - Reconstruction/Simulation des Comportements Hydrologiques Historique & Futur du Bassin de la Nécopastic (AT4.1&4.2)

---

35

Diapositive 36

**Formation**

---

- **M.Sc. 1** - Francis Gauthier (*Géographie Physique, UdeM*), Été 2006, Boursier CRSNG 1<sup>er</sup> & 2<sup>e</sup> Cycles (Co-Direct.: M. Bernier & A.N. Rousseau)
  - Évolution de la Connectivité au Réseau de Drainage des Tourbières Minérotrophes & Ombotrophes, à Partir d'Analyse d'Images Multispectrales et Multitemporelles (AT1.2)

---

36

Diapositive 37

**Formation**

---

- **M.Sc.\_2** - François Chrétien (*Agronomie, McGill*),  
Automne 2006 (Co-Direct.: *A.N. Rousseau & J.-P. Fortin*)
  - Évaluation de la Performance de Différentes Équations d'Évaporation & d'Évapotranspiration (AT2.1)

---

37

Diapositive 38

**Formation**

---

- **M.Sc.\_3** – Clément Clerc (*Écologie & HydroBiologie, U. Franche-Comté, Besançon*),  
Été/Automne 2006 (Co-Direct.: *A.N. Rousseau & A. St-Hilaire*)
  - Modélisation des Écoulements et du Bilan Hydrique dans les Milieux Humides (AT2.6)

---

38

Diapositive 39

**Formation**

---

- **M.Sc. 4** - Rémy Bourdillon (*Hydraulicien, ENSHMG*), Été 2006 (Co-Direct.: *A.N. Rousseau & J.-P. Fortin*)
  - Écoulement dans les Lacs et Réservoirs de Grande Envergure (AT2.7)

---

39

Diapositive 40

**Formation**

---

- **S\_1**: François Vilain (*Tech. Informatique, IUT A U. Claude Bernard Lyon I*), Été 2006 (Co-Direct.: *A. Royer & A.N. Rousseau*)
  - Projections Lambert et Stéréopolaires – PHYSITEL/HYDROTEL (AT1.3)
- **S\_2**: Geraldine Bernhard (*Hydraulique & Hydrologie, ENGEES*), Été 2006 (Co-Direct.: *A. Royer, S. Savary & A.N. Rousseau*)
  - DMIP-2

---

40

Diapositive 41

**Merci !**

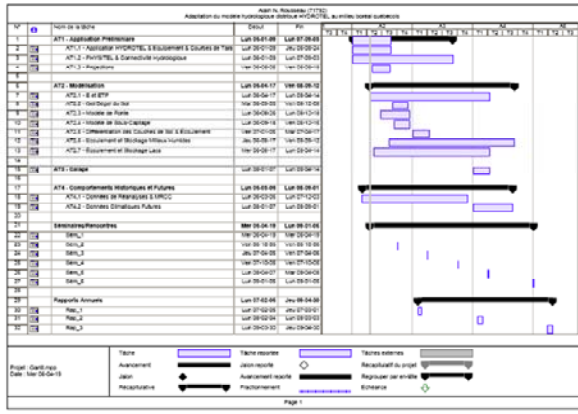




41

Diapositive 42

**Échéancier**



46