

Record Number: 23030
Author, Monographic: Fortin, J. P.//Royer, A.
Author Role:
Title, Monographic: Proposition de modifications au modèle HYDROTEL en vue de son utilisation pour la préparation de prévisions hydrologiques au ministère de l'Environnement du Québec

Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 2001
Original Publication Date: 31 juillet 2001
Volume Identification:
Extent of Work: v, 14
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, rapport de recherche
Series Volume ID: 596
Location/URL:
ISBN: 2-89146-470-2
Notes: Rapport annuel 2001-2002
Abstract: 3.00\$
Call Number: R000596
Keywords: rapport/ ok / dl

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

Rapport de recherche No R-596

30 juillet 2001

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

**Rapport présenté à
Ministère de l'Environnement du Québec**

par

**Jean-Pierre Fortin
et Alain Royer**

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

Rapport de recherche No. R-596

31 juillet 2001

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
1. INTRODUCTION.....	1
2. Modifications apportées au modèle.....	2
2.1 Définition d'une fiche « essai de simulation » et développement d'un utilitaire permettant de remplir automatiquement cette fiche.....	2
2.2 Mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état	6
2.3 Nouvelles fonctionnalités de visualisation.....	8
2.4 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille.....	12
2.5 Livrables.....	14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Nom et contenu du fichier de localisation des prévisions aux points de grille.....	12
Tableau 2.2	Nom et contenu de fichier pour les prévisions aux points de grille	13

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Menu simulation avec le nouveau sous-menu « sélectionner »	2
Figure 2.2	Sous-menu « sélectionner simulation »	3
Figure 2.3	Boîte de dialogue « ajouter une simulation » activée par le bouton « ajouter ».....	4
Figure 2.4	Boîte de dialogue « renommer une simulation » activée par le bouton « renommer ».....	4
Figure 2.5	Boutons de décision activés par le bouton « supprimer »	4
Figure 2.6	Sous-menus du menu « simulation » activés lors de la sélection d'une simulation	5
Figure 2.7	Menu « Outils » avec le nouveau sous-menu « Outils Date ».....	5
Figure 2.8	Boîte de dialogue activée en choisissant le sous-menu « Outils date ».....	6
Figure 2.9	Mise à jour des variables d'état.....	7
Figure 2.10	Sous-menu « Graphique à la pièce »	9
Figure 2.11	Affichage des précipitations et de la production d'eau à la sortie du bilan vertical sur les sous-bassins 15 et 326.....	10
Figure 2.12	Zoom sur une partie du graphique produit pour le sous-bassin 15	11
Figure 2.13	Débits observés et simulés sur le sous-bassin 15. Zoom sur la période du 12 avril au 15 mai 1998.....	12
Figure 2.14	Sous-menu « Données hydrométéorologiques » du menu « Données »	13

1. INTRODUCTION

Le présent rapport fait état des travaux réalisés pour répondre à la 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) souhaitait 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 devait se dérouler en deux phases.

Au cours de la première phase qui se termine avec ce rapport, l'objectif était 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. Comme le titre de ce rapport l'indique, un certain nombre de modifications devaient être apportées au modèle HYDROTEL. Ces modifications portaient sur (a) la définition d'une fiche « essai de simulation » complémentaire à la fiche « projet », (b) le développement d'un utilitaire permettant de remplir automatiquement la fiche « essai de simulation », (c) la mise à jour manuelle ou automatique des variables d'état, (d) de nouvelles fonctionnalités de visualisation des résultats, (e) la lecture des prévisions météorologiques aux points de grille et (f) un manuel de l'utilisateur.

Tous les travaux prévus ont été réalisés selon l'échéancier prévu, de sorte qu'une version du modèle comportant les modifications souhaitées pour la fin mars 2001, ainsi qu'un premier manuel de l'utilisateur ont été remis au ministère à cette date. Depuis lors, les travaux ont surtout porté sur les points (d), (e) et (f). Dans les pages qui suivent, on fera ressortir essentiellement les modifications apportées à l'interface du logiciel, en complémentarité avec les modifications effectuées directement sur le noyau du modèle, afin de faciliter l'accès aux nouvelles fonctionnalités du modèle.

2. MODIFICATIONS APPORTÉES AU MODÈLE

2.1 Définition d'une fiche « essai de simulation » et développement d'un utilitaire permettant de remplir automatiquement cette fiche.

La définition d'une fiche « essai de simulation » devait comprendre et/ou permettre :

- L'identification de chaque essai de simulation par un nom, dont les caractéristiques ont été définies en commun par le ministère et l'INRS-Eau.
- L'identification précise des éléments 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 devait 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) devaient aussi être sauvegardées et être récupérées au besoin.

Suite aux différentes rencontres de travail entre le représentant du ministère et celui de l'INRS-Eau, les modifications suivantes ont été apportées à l'interface pour répondre aux besoins. La possibilité de sélectionner une simulation déjà sauvegardée a été placée au sous-menu « sélectionner » du menu « simulation » (figure 2.1).

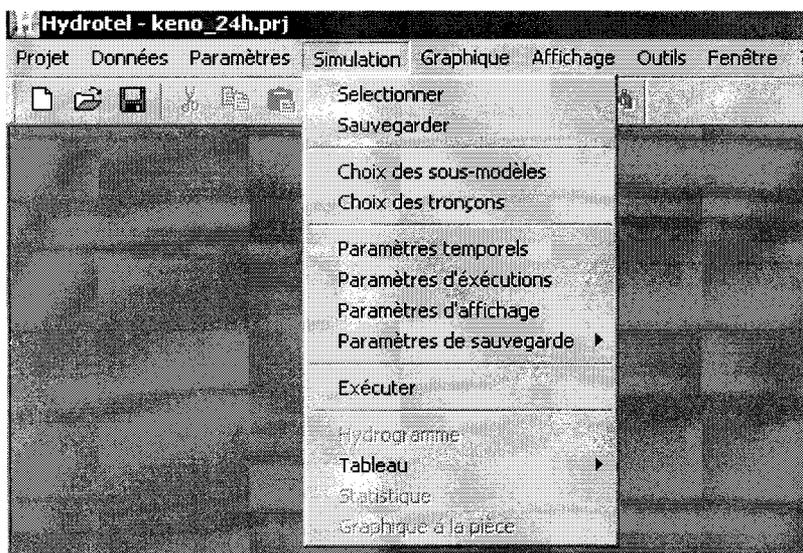


Figure 2.1 Menu simulation avec le nouveau sous-menu « sélectionner »

Notons que le menu « simulation » affiché à la figure 2.1 comporte actuellement un sous-menu « sauvegarder ». Ce sous-menu sera enlevé du menu « simulation » puisque que la sauvegarde d'une simulation sous le nom sélectionné auparavant est réalisée automatiquement.

Lors de la création d'un nouveau projet, le logiciel identifie une première simulation par défaut, simulation qui est conservée après son exécution. Si l'utilisateur désire effectuer d'autres simulations et les sauvegarder, il va dans le sous-menu « sélectionner » (figure 2.2) et appuie sur le bouton «ajouter » .

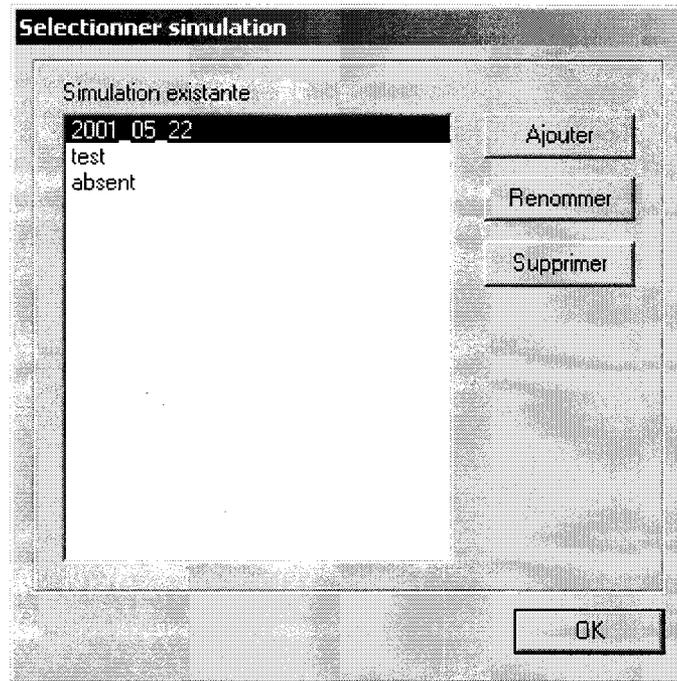


Figure 2.2 Sous-menu « sélectionner simulation »

La boîte de dialogue activée par le bouton « ajouter » (figure 2.3) comporte tout d'abord une fenêtre identifiée par « nom de la simulation » dans laquelle l'utilisateur peut inscrire le nom qu'il désire donner à la simulation. Ce nom peut être composé d'une date et de l'heure, ou peut être un nom composé uniquement de lettres. De plus, il peut choisir d'activer l'utilisation de l'utilitaire de dates en cliquant sur la petite fenêtre sous le nom identifiant la simulation. On verra plus bas comment fonctionne cet utilitaire. Si l'utilitaire est activé, l'utilisateur peut en plus modifier la date considérée comme date initiale pour les simulations à venir, sinon la date initiale est celle qui apparaît dans la fenêtre. Si l'utilisateur appuie sur le bouton « renommer », la boîte de dialogue activée (figure 2.4) comporte une fenêtre permettant d'inscrire le nouveau nom de la simulation et de confirmer ce nouveau nom en cliquant sur « OK ». Si l'utilisateur souhaite supprimer une simulation en appuyant sur le bouton « supprimer », la boîte qui apparaît (figure 2.5) lui demande s'il veut vraiment supprimer la simulation identifiée.

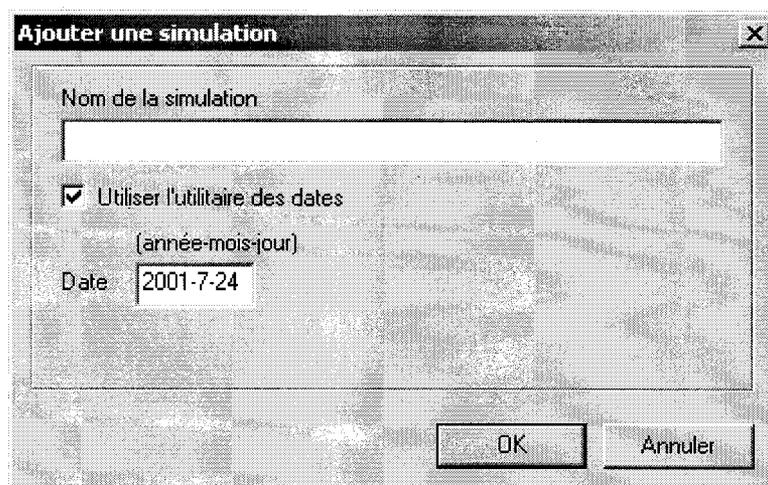


Figure 2.3 Boîte de dialogue « ajouter une simulation » activée par le bouton « ajouter »

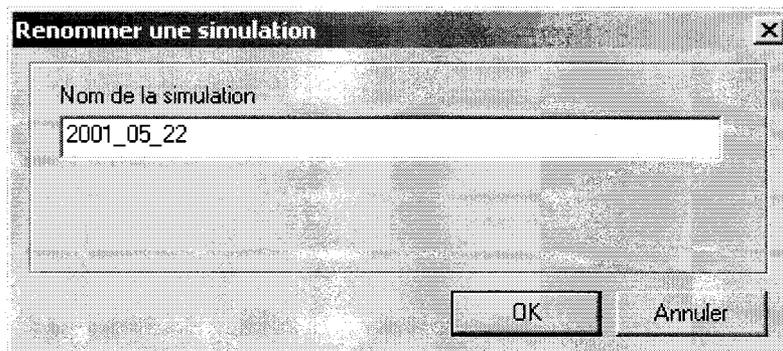


Figure 2.4 Boîte de dialogue « renommer une simulation » activée par le bouton « renommer »

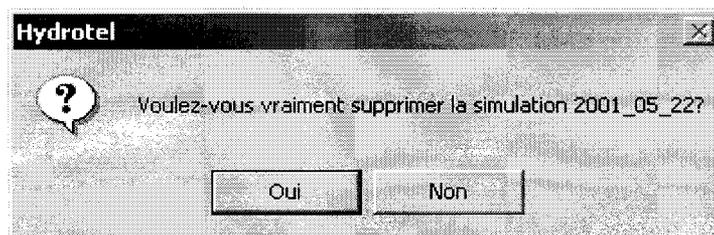


Figure 2.5 Boutons de décision activés par le bouton « supprimer »

Enfin, l'utilisateur peut sélectionner une simulation déjà réalisée et identifiée au sous-menu « sélectionner simulation » en cliquant sur son nom et sur « OK ». Les résultats de cette simulation sont alors disponibles comme immédiatement après la fin de cette simulation au cours de la session en cours ou d'une session précédente (figure 2.6). Cette dernière figure est à comparer avec la figure 2.1. On remarquera que les sous-menus « hydrogramme », « statistique » et « graphique à la pièce » sont activés dans la figure 2.6 alors qu'ils ne le sont pas à la figure 2.1 correspondant à une situation où aucune simulation n'a encore été réalisée.

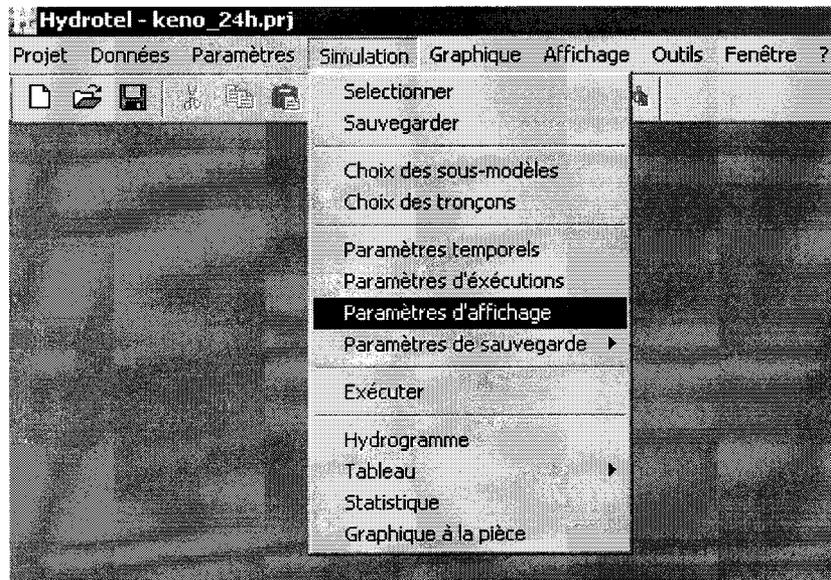


Figure 2.6 Sous-menus du menu « simulation » activés lors de la sélection d'une simulation

Tel que mentionné précédemment, un utilitaire a été conçu de manière à simplifier le changement de date et de moments de prévisions pour une série de prévisions. Cet utilitaire est représenté par le sous-menu « Outils Date » du menu « Outils » (figure 2.7). Lorsque l'on appuie sur « Outils Date », une boîte de dialogue est activée (figure 2.8), boîte qui permet d'entrer les informations désirées pour décaler les diverses opérations dans le temps par rapport à la date apparaissant à la figure 2.3. Rappelons qu'il est possible de modifier cette date, tel que précisé dans nos commentaires sur la figure 2.3.

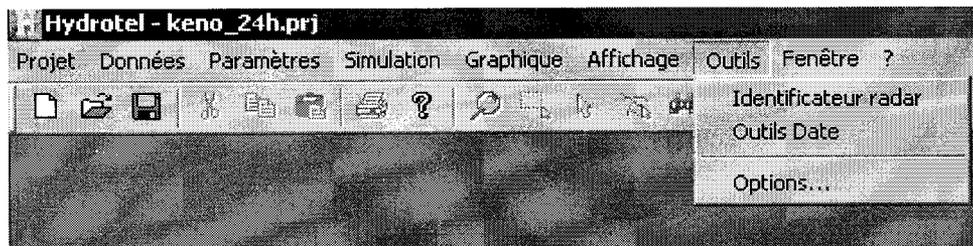


Figure 2.7 Menu « Outils » avec le nouveau sous-menu « Outils Date »

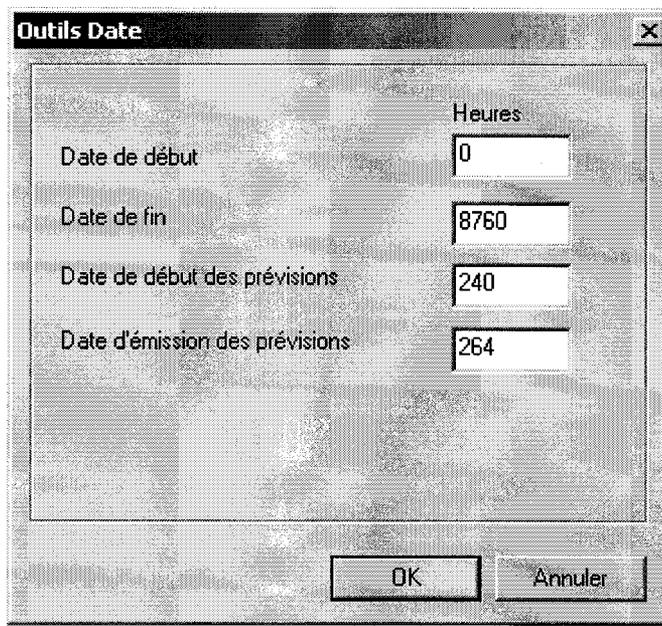


Figure 2.8 Boîte de dialogue activée en choisissant le sous-menu « Outils date »

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

Au début du projet, HYDROTEL permettait 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, était 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 ont donc été 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 (corrections 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 de groupes d'UHRH.

La figure 2.9 présente le sous-menu « paramètres d'exécution » du menu « simulation » qui permet d'effectuer les mises à jour souhaitées sous le titre « Opérations à appliquer sur les données d'entrée et les variables d'état ». Pour chaque ligne activée, on peut inscrire l'heure et la date de début et de fin de la période considérée, choisir la donnée d'entrée (précipitation ou température) ou la variable d'état (réserve du sol), utiliser un coefficient additif ou multiplicatif, appliquer cette correction à un groupe d'UHRH ou à tout le bassin et choisir une mise à jour automatique. On peut effacer les informations entrées sur une ligne en cliquant sur le petit carré à gauche de la ligne, puis sur la touche « delete » du clavier.

Paramètres d'exécution

Type d'exécution

Simulation

Données météorologiques observées

Prévisions météorologiques

Début de la période d'utilisation des prévisions: 1993-11-04 6 hh Paramètres

Date d'émission de la prévision: 1973-06-01 AM PM

Mise à jour automatique de l'état selon l'écart entre les débits observés et simulés

Période d'évaluation de la fonction objective

Début: 1996-07-15 0 hh Fin: 1996-07-22 0 hh

ESP

Année de début: 1970 Simulation de base: 2001_06_27

Année de fin: 2000 Fichier de résultats: absent

Opérations à appliquer sur les données d'entrée et les variables d'état

	Actif	Début	Fin	Variable	Coef. Add.	Coef. Mult.	Groupe	Auto.
	X	1973-6-1:00	1973-6-1:00	Précipitation	0.000000	1.000000	amont_Merc	
	X	1973-6-1:00	1973-6-1:00	Température	0.0000	1.000000	Tout le bassi	
	X	1973-6-1:00	1973-6-1:00	Précipitations	0.0000	1.000000	Tout le bassi	
*				Température				
				Réserve du sol				

* coefficient additif appliqué sur chaque pas de temps entre la date de début et la date de fin
** coefficient multiplicatif appliqué sur chaque pas de temps entre la date de début et la date de fin

Neige au sol

Mise à jour du couvert de neige en cours de simulation: Polygones de Thiessen

OK

Figure 2.9 Mise à jour des variables d'état

2.3 Nouvelles fonctionnalités de visualisation

Au début du projet, HYDROTEL permettait déjà l'affichage de plusieurs résultats de simulation tant en cours de simulation qu'après. Toutefois, le ministère désirait d'addition de nouvelles fonctionnalités des résultats de simulation qui soient davantage orientées vers les problèmes de mise à jour et de prévision. Cette demande pouvait 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 a été fait en commun par l'INRS-Eau et le ministère de l'Environnement. Par la suite, nous nous sommes entendus sur la présentation et les caractéristiques de cette nouvelle fonctionnalité.
- 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 donné. En d'autres termes, il s'agissait d'ajouter une fonctionnalité plus flexible de « zoom in » et de « zoom out ».

Ces modifications ont été réalisées. Il est maintenant possible d'avoir accès à cette nouvelle fonctionnalité en choisissant le sous-menu « Graphique à la pièce » du menu « Simulation ». Comme on peut le constater sur la figure 2.10, il est maintenant possible de sélectionner diverses variables à afficher pour des sous-bassins ou le bassin entier, ainsi qu'à l'exutoire des sous-bassins ou du bassin entier. Dans la figure, on peut voir que l'on a choisi d'afficher la pluie et la production pour le sous-bassin 15 et de présenter ce graphique sous forme de barres. Le résultat apparaît à la figure 2.11. Sur la même figure, on a ajouté les mêmes variables pour le sous-bassin 326. On peut donc constater que les valeurs affichées diffèrent selon le sous-bassin. Ce choix de variables à afficher en même temps peut être conservé pour affichage ultérieur plus rapide en choisissant d'enregistrer ce modèle sous un nom donné. Lorsque l'on appuie sur « enregistrer sous » la petite boîte de dialogue apparaissant dans le coin inférieur droit de la figure apparaît et permet d'y inscrire le nom désiré puis de cliquer sur « O.K. ». Le modèle est alors enregistré. Il est alors possible par après d'aller directement dans la barre d'icônes, de choisir le modèle, puis de cliquer sur l'icône de graphiques à droite. Voir en haut de la figure 2.10 où le nom « pluie-prod » apparaît. Pour le moment, l'affichage se fait pour le dernier sous-bassin retenu, mais ultérieurement la fenêtre qui est située à droite permettra de choisir aussi le sous-bassin.

On peut également effectuer un zoom sur le graphique original en sélectionnant une partie du graphique avec la souris. On clique d'abord avec le bouton gauche de la souris sur une des extrémités de la période sur laquelle l'on désire effectuer un zoom, puis on déplace la souris vers

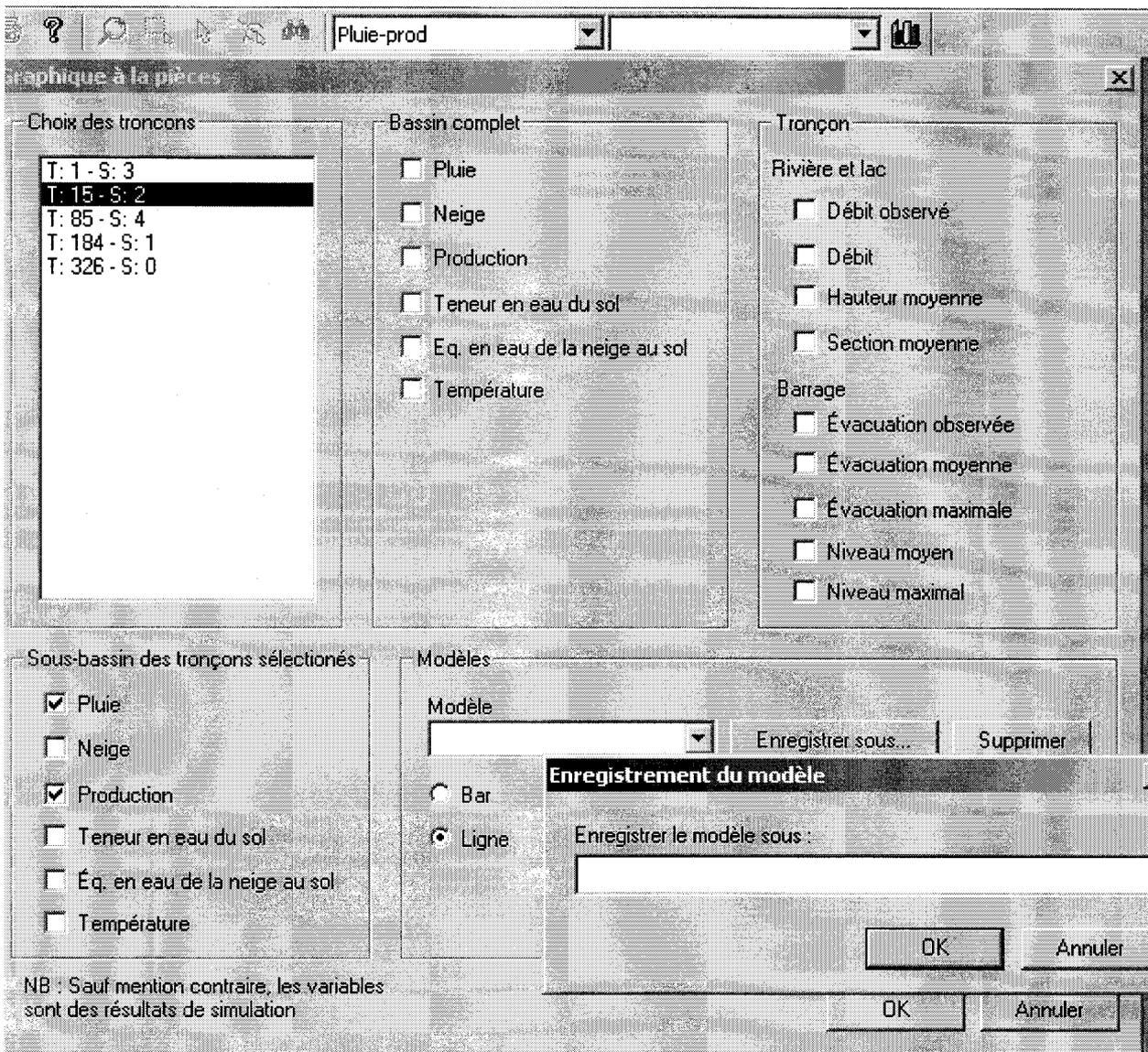


Figure 2.10 Sous-menu « Graphique à la pièce »

l'autre extrémité de la période en conservant le bouton enfoncé. Lorsque l'on relâche la pression sur le bouton l'affichage de la partie désirée s'effectue (figure 2.12). Enfin, il est aussi possible d'afficher un graphique avec des lignes reliant chacun des points. À titre d'exemple, la figure 2.13 montre un zoom des débits simulés sur le sous-bassin 15, pour la période allant du 12 avril au 15 mai 1998.

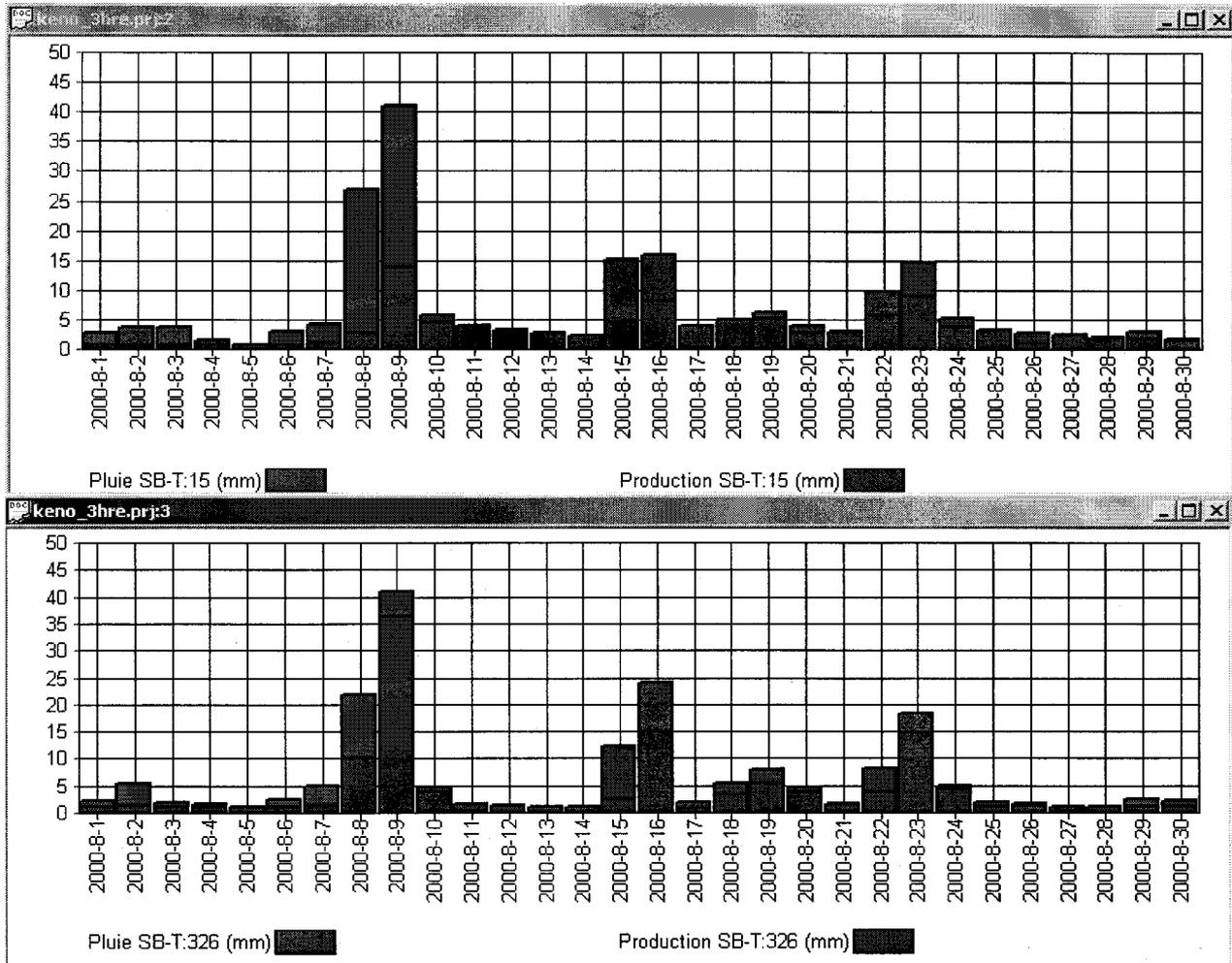


Figure 2.11 Affichage des précipitations et de la production d'eau à la sortie du bilan vertical sur les sous-bassins 15 et 326

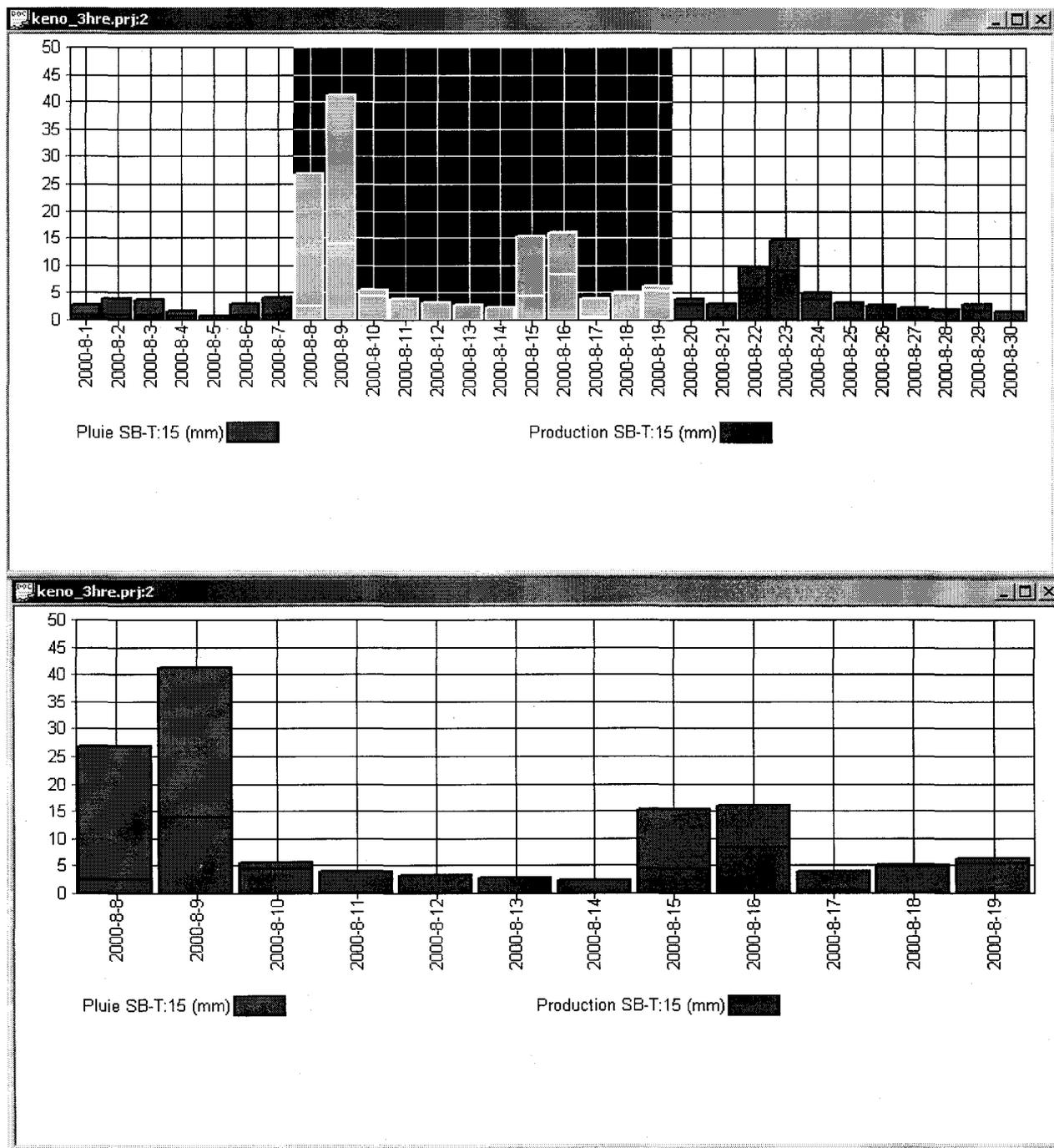


Figure 2.12 Zoom sur une partie du graphique produit pour le sous-bassin 15

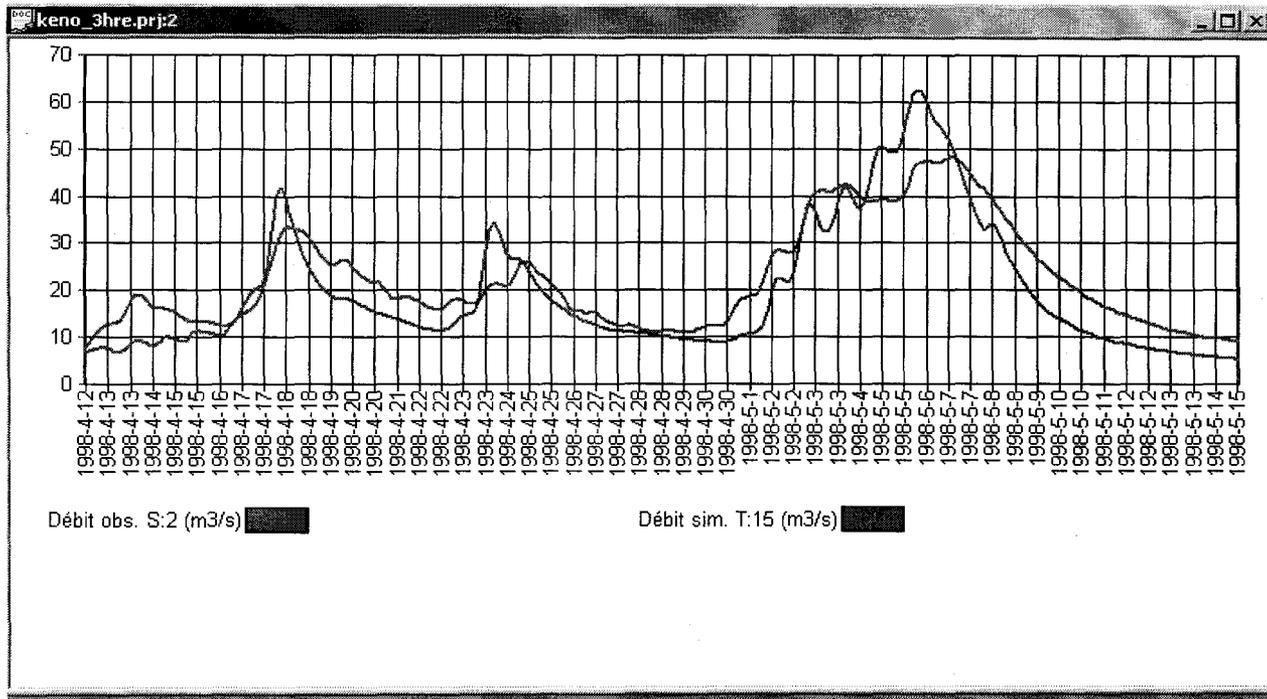


Figure 2.13 Débits observés et simulés sur le sous-bassin 15. Zoom sur la période du 12 avril au 15 mai 1998

2.4 Lecture des prévisions météorologiques aux points de grille

Il s'agissait essentiellement de nous assurer qu'HYDROTEL pouvait lire les prévisions météorologiques aux points de grille. Pour ce faire, nous avons besoin de nous entendre sur le 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 avons procédé à des tests de simulations de prévisions en utilisant les échantillons fournis. Les informations nécessaires sur les formats sont contenues dans les tableaux 2.1 et 2.2.

Tableau 2.1 Nom et contenu du fichier de localisation des prévisions aux points de grille

Nom : nom spécifié par l'utilisateur dans la fenêtre « Prévisions distribuées » du sous-menu « Données hydrométéorologiques », figure 2.14. Par exemple : radar.str

Contenu du fichier :

- 1^{ère} ligne : Identificateur du type de fichier : « 3 »
- 2^{ième} ligne : Coordonnées UTM du coin supérieur gauche.
- 3^{ième} ligne : Résolution en X et en Y (mètres)
- 4^{ième} ligne : Nombre de lignes, nombre de colonnes
- 5^{ième} ligne : Nombre d'heures entre les données

Tableau 2.2 Nom et contenu de fichier pour les prévisions aux points de grille

Nom : AAAAMMJJXX_AAAAMMJJ.ZZZ

Où :

1^{er} groupe AAAAMMJJ : Année, mois et jour d'émission
XX : AM (matin) ou PM (Après-midi)
2^{ième} groupe AAAAMMJJ : Année, mois et jour d'application
ZZZ : .PRE (précipitation) ou .MAX (temp.max.) ou .MIN (temp. min)

Contenu : Données de prévision de précipitations, de températures maximales et de températures minimales, structurées selon les informations fournies dans le fichier identifié au tableau 2.1.

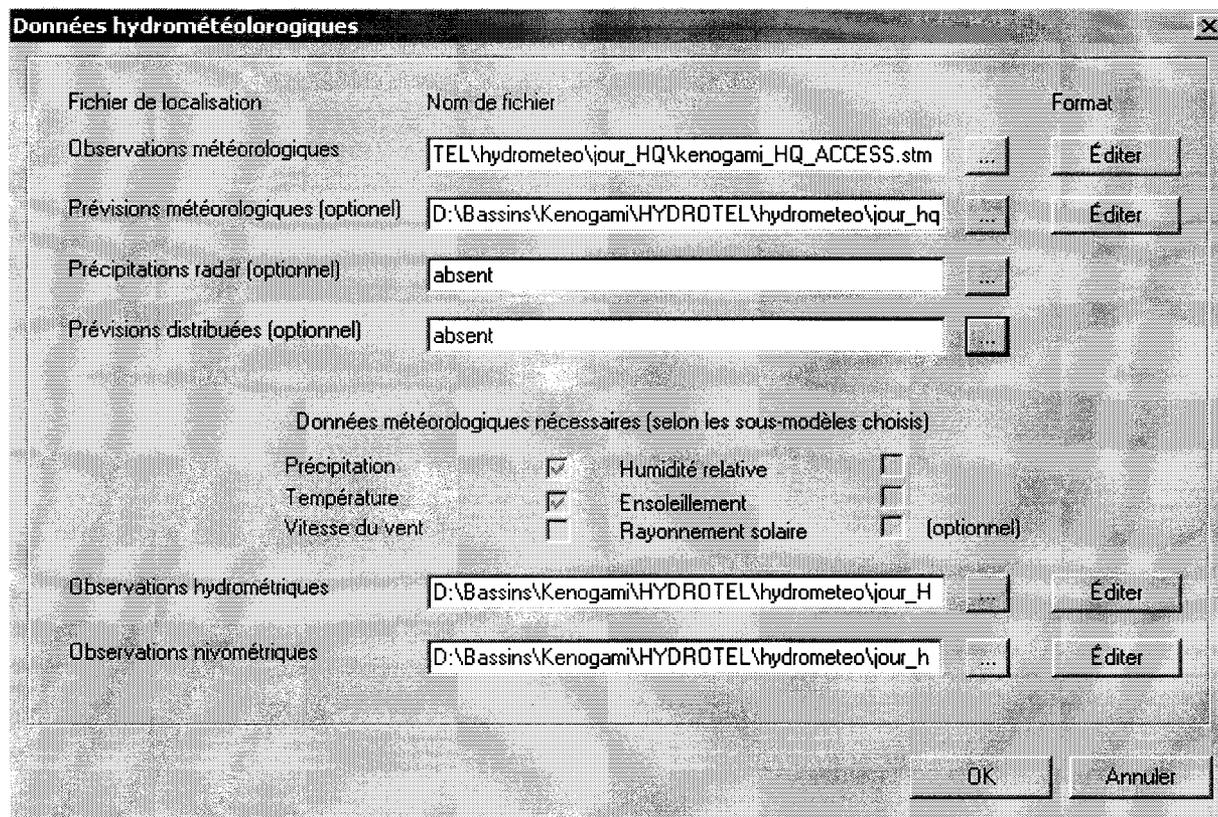


Figure 2.14 Sous-menu « Données hydrométéorologiques » du menu « Données »

Notons, enfin, qu'il peut y avoir plusieurs fichiers de prévisions s'il y a plusieurs dates d'émission et/ou d'application.

2.5 Livrables

Un manuel de l'utilisateur devait être mis à la disposition des usagers du Ministère. Une première version du manuel a déjà été livrée en mars 2001, version qui est complétée par ce rapport, en ce qui a trait aux nouvelles fonctionnalités ajoutées depuis dans le présent projet.

Par ailleurs, tel qu'entendu, une version d'HYDROTEL a été mise à la disposition du Ministère dès le début du projet. De nouvelles versions ont par suite été fournies pour la réalisation de tests par le Ministère visant à vérifier si les modifications apportées correspondaient aux demandes exprimées. En fin de projet, le Ministère a en main une version d'HYDROTEL incorporant toutes les modifications demandées.