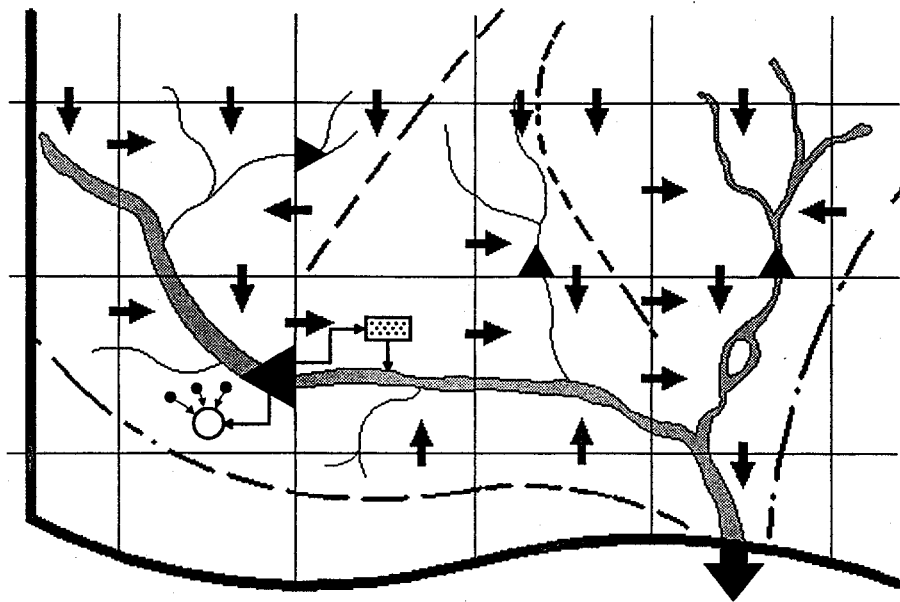


Record Number: 14410
Author, Monographic: Morin, G.//Sochanski, W.//Paquet, P.
Author Role:
Title, Monographic: Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, manuel de référence
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1998
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: xi, 250
Packaging Method: pages incluant 7 annexes
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, rapport de recherche
Series Volume ID: 519
Location/URL:
ISBN: 2-89146-382-X
Notes: Rapport annuel 1997-1998
Abstract: Rapport rédigé pour Organisation des Nations-Unies
Call Number: R000519
Keywords: rapport/ ok/ dl




CEQU *eau* ONU

Manuel de référence

Guy MORIN
Pierre PAQUET
Wanda SOCHANSKI

INRS-EAU

 Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique
INRS-EAU



ONU-DAES
Organisation des Nations Unies

Restrictions d'utilisation

Le modèle CEQUEAU-ONU est fourni avec les restrictions suivantes:

- citer l'origine du modèle dans toutes les publications où le modèle CEQUEAU-ONU aura été employé;
- utiliser le modèle CEQUEAU-ONU pour usage interne seulement; toute étude au profit d'un tiers devra faire l'objet d'une entente préalable avec l'ONU-DAES et l'INRS-Eau;
- ne pas redistribuer les programmes;
- les programmes sont fournis sans engagement ni responsabilité de l'INRS-Eau.

Information et support

M. Guy MORIN
INRS-Eau
2800, rue Einstein C.P 7500
Sainte-Foy, (Québec)
G1V 4C7

Tél.: (418) 654-2547
Fax: (418) 654-2600
e-mail: guy_morin@inrs-eau.quebec.ca

M. Jean-Michel CHÉNÉ
ONU-DAES
Division du Développement Durable

Tél.: (212) 963-8575
Fax: (212) 963-1270
e-mail: chenej@un.org

Références à citer

Morin, G., Sochanski, W. et Paquet, P. (1998). "Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU", Manuel de référence. Organisation des Nations-Unies et INRS-Eau, Rapport de recherche no 519, 252 pp.

Exemple d'application

Desconnets, J.C., Diallo, A. Traore, O., Chéné, J.M., Morin, G. "Exemple d'application du modèle CEQUEAU-ONU: évaluation de l'impact des aménagements sur les écoulements de la rivière Nakambé (Burkina-Faso)". Variabilité des Ressources en Eaux en Afrique au XX^e Siècle - Abidjan, Côte d'Ivoire, novembre 1998.

Conception de la page couverture: Bref Concept *senc*

ISBN 2-89146-382-X

Dépôt légal 1998

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1998 - Institut national de la recherche scientifique

NOTE

L'Organisation des Nations Unies et l'Institut national de la recherche scientifique - Eau (ci-après nommé INRS-Eau) excluent toute garantie explicite ou implicite relativement à la qualité du logiciel CEQUEAU-ONU, de sa documentation ou à tout autre matériel qui l'accompagne notamment concernant sa performance et son adéquation à un usage particulier. L'utilisateur de ce logiciel en assume l'entière responsabilité quant à sa qualité et sa performance. L'Organisation des Nations Unies et l'INRS-Eau se réservent le droit de modifier les spécifications et la documentation de ce logiciel sans obligation d'aviser qui que ce soit ni quelque organisme que ce soit de ces modifications.

Compte tenu de la complexité de ce logiciel et du fait qu'il peut contenir des erreurs, il est recommandé à l'utilisateur d'en vérifier les résultats. L'Organisation des Nations Unies, l'INRS-Eau ou toute autre partie impliquée dans la production ou la distribution de ce logiciel ne pourront être tenus responsables en aucune circonstance de tous dommages directs ou indirects découlant de l'utilisation ou de l'impossibilité d'utilisation de ce logiciel ou de sa documentation, et ce même s'ils ont été avisés de l'éventualité de tels dommages. Plus particulièrement mais ne s'y limitant pas, les Nations Unies et l'INRS-Eau n'assument aucune responsabilité quant aux programmes ou aux données entreposées ou utilisées par ce logiciel, incluant le coût de tels programmes ou données.

Bien que ce manuel ait été rédigé avec le plus grand soin, des erreurs ou des omissions peuvent y être présentes. Il serait apprécié que les lecteurs qui rencontrent de telles erreurs ou omissions en fassent part à l'Organisation des Nations Unies et à l'INRS-Eau.

Ce logiciel est une version modifiée du logiciel CEQUEAU 2.0 développé par l'INRS-Eau. Cette version modifiée a été développée à l'occasion de la modélisation du bassin du Nakambé au Burkina-Faso (BUF/93/02) dans le cadre du sous-programme "Eau et développement régional" sous la direction technique de l'ONU-DAES. La diffusion du modèle hydrologique CEQUEAU-ONU a pour but de promouvoir les études hydrologiques au sein des gouvernements et des institutions de recherche.

Le logiciel et sa documentation ne peuvent être copiés, loués, sous-licenciés, modifiés, adaptés, décompilés ou désassemblés, ni subir d'ingénierie à rebours sans l'autorisation explicite de l'Organisation des Nations Unies et de l'INRS-Eau. La traduction du manuel en d'autres langues est permise à condition que le traducteur obtienne au préalable l'autorisation de l'Organisation des Nations Unies et de l'INRS-Eau et qu'il fasse parvenir une copie de sa traduction à l'Organisation des Nations Unies et à l'INRS-Eau. L'Organisation des Nations Unies et l'INRS-Eau peuvent reproduire les documents ainsi traduits et les distribuer aux pays en développement qui utilisent cette langue. Cependant, l'Organisation des Nations Unies et l'INRS-Eau n'assument aucune responsabilité quant à la qualité et l'exactitude des documents traduits. Pour obtenir de plus amples informations concernant CEQUEAU-ONU, veuillez contacter le "Chief of the Water Branch, Division for Sustainable Development, Department for Economic and Social Affairs, United-Nations, New York, N.Y., 10017, U.S.A."

Ce document et le logiciel n'ont pas été revus par les services éditoriaux des Nations-Unies et ne font pas partie des documents officiels de l'Organisation.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION	1
1 STRUCTURE GÉNÉRALE DE CEQUEAU-ONU	3
1.1 Les modules de traitement	3
1.2 Les fichiers de données	5
1.3 Organisation de l'information dans les fichiers	7
2 PRÉPARATION DES DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES	11
2.1 Données générales des carreaux - Utilisation des cartes topographiques ..	12
2.1.1 Carreaux entiers	12
2.1.2 Carreaux partiels	14
2.1.3 Le fichier des données générales des carreaux entiers	15
2.1.4 Exemple	15
2.1.4.1 Identification des carreaux entiers	15
2.1.4.2 Identification des carreaux partiels	17
2.1.4.3 Codification des carreaux entiers et partiels	17
2.2 Données du bassin versant	20
2.2.1 Identification de l'exutoire	20
2.2.2 Identification des stations hydrométriques et météorologiques ..	20
2.2.3 Le fichier des données du bassin versant	20
2.2.4 Exemple	22
2.3 Les données des rivières	22
2.3.1 Caractérisation d'un tronçon de rivière	22
2.4 Le traitement de préparation des données physiographiques	24
2.4.1 Messages d'erreurs	25
2.4.1.1 Erreur de surface vecteur no "x"	25
2.4.1.2 Erreur donnees physiographiques vecteur no "x"	25
2.4.1.3 Erreur de flèche vecteur no "x"	26
2.4.1.4 Erreur "x" entrées dans le carreau "y"	26
2.4.1.5 Erreur le carreau partiel "x" "y" "z" Déclaré comme exutoire n'existe pas	26
2.4.1.6 Erreur plus de "x" carreaux partiels	27
2.4.1.7 Erreur plus de "x" carreaux entiers	27
2.4.1.8 Erreur d'introduction des stations hydrometriques	27
2.4.1.9 Erreur plus de "x" stations météorologiques	28
2.5 Les données physiographiques préparées	28
2.5.1 Les matrices MARR	29
2.5.2 La matrice MACE	30
2.5.3 La matrice MACP	30

2.5.4	La matrice IJS	30
2.5.5	Précision du bassin versant calculé	30
2.5.6	Exemple des résultats du programme	31
2.5.6.1	Vérification de la précision du bassin versant calculé	31
2.5.6.2	Les données MARR	31
2.5.6.3	La matrice MACE	34
2.5.6.4	La matrice MACP	36
2.5.6.5	La matrice IJS	36
3	PRÉPARATION DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES ET	
	MÉTÉOROLOGIQUES	37
3.1	Le fichier des stations hydrométriques et météorologiques	38
3.2	La base de données hydrométriques et météorologiques	39
3.2.1	Données météorologiques	39
3.2.2	Données hydrométriques	40
3.3	Le traitement des données hydrométriques et météorologiques	40
3.4	Les données hydrométriques et météorologiques préparées	41
3.4.1	La matrice initiale	42
3.4.1.1	Données générales NBSTAT	42
3.4.1.2	Données de période ANDEBFIN	43
3.4.1.3	Données des stations météorologiques NOSTAMET	43
3.4.1.4	Données des stations de débits NOSTADEB	43
3.4.1.5	Données des stations avec barrage NOSTANIV	43
3.4.2	La matrice de données	43
3.4.2.1	Données météorologiques DONMETEO	44
3.4.2.2	Données hydrométriques DONDEBIT	44
3.4.2.3	Données hydrométriques DONNIVEAU	44
3.5	Exemples de données météorologiques et hydrométriques préparées	44
4	SIMULATION DE QUANTITÉ	47
4.1	Les données météorologiques	48
4.1.1	Interpolation des températures	49
4.1.2	Interpolation des précipitations	50
4.2	Fonction de production	52
4.2.1	Les paramètres et constantes du modèle CEQUEAU-ONU	54
4.2.2	Formation et fonte du stock de neige	54
4.2.3	Évaporation - évapotranspiration	61
4.2.4	Bilan du réservoir SOL	64
4.2.5	Bilan du réservoir NAPPE	68
4.2.6	Bilan sur les lacs et marécages	69
4.3	Fonction de transfert	70
4.3.1	La méthode de transfert	71
4.3.2	Transfert particulier	74
4.3.3	La reconstitution des grands lacs	75
4.3.4	Opération avec barrage	75
4.3.5	Méthode de Goodrich	79
4.3.6	Opération de barrage avec contrainte	81
4.3.7	Simulations diverses	82
4.4	Les paramètres du modèle	82

4.4.1	Les vecteurs obligatoires	83
4.4.2	Les vecteurs facultatifs	84
4.4.3	Les vecteurs induits	88
4.5	Les messages d'avertissement et d'erreur	90
4.5.1	Les messages d'avertissement	90
4.5.1.1	Attention (dans CEQUEAU-ONU), carreaux non conformes	90
4.5.1.2	Attention (dans ECRIRE), coefficient d'infiltration variable	90
4.5.1.3	Attention (dans ECRIRE), coefficient de transfert = X	90
4.5.1.4	Attention (dans AMORCE), modification des stations météorologique du fichier HYDROMETEO (HMC)	91
4.5.1.5	Attention (dans CEQUEAU-ONU), NCP1 = i, hors limites	91
4.5.1.6	Attention (dans ECRIRE), pourcentage de sol imperméable variable	91
4.5.1.7	Attention (dans CEQUEAU-ONU), transfert supprimé	91
4.5.1.8	Attention (dans EXPLOI), 50 itérations	91
4.5.1.9	Attention (dans DEBAR), 50 itérations, station i	92
4.5.1.10	Attention (dans CEQUEAU-ONU), NTHIES = 1, NTEMP = 3	92
4.5.1.11	Attention (dans CRIGRA), nombre de mois supérieur à 600	92
4.5.1.12	Attention (dans CEQUEAU-ONU), NTHIES = 3, NTEMP = 1 et COET = "X"	92
4.5.2	Les erreurs fatales différées	93
4.5.2.1	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), coïncidence carreau partiel = i ..	93
4.5.2.2	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), date sur un vecteur "X" hors simulation	93
4.5.2.3	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), double définition de station, carreau partiel = i	93
4.5.2.4	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), fin des données météo le i-j-k ...	93
4.5.2.5	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), le fichier commence en i	93
4.5.2.6	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), trop de stations	94
4.5.2.7	Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - NIVEAU -	94
4.5.2.8	Erreur (dans AFFECT)	94
4.5.2.9	Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - VOLUME -	95
4.5.2.10	Erreur (dans AFFECT), i stations météo sur le carreau entier j ...	95
4.5.2.11	Erreur (dans AMORCE), "X"ième station	95
4.5.2.12	Erreur (dans DURUB), dimensionnement incorrect	96
4.5.2.13	Erreur (dans DURUB), fichier non conforme bloc = "X"	96
4.5.2.14	Erreur (dans DURUB), système métrique nécessaire	96
4.5.2.15	Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR CTP	97
4.5.2.16	Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR EXUBIS, ICP = i, ICPBIS = j ..	97
4.5.2.17	Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR MODIF, Code = i	97
4.5.2.18	Erreur (dans LIRFAC), Code LAC = 1 pour l'exutoire	97
4.5.2.19	Erreur (dans LIRFAC), Jour = i sur VECTEUR CONTRAINTE ...	97
4.5.2.20	Erreur (dans LIRFAC), trop de barrages	97
4.5.2.21	Erreur (dans LIRFAC), trop de vecteurs "X"	98
4.5.2.22	Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé des VECTEURS FACULTATIFS INCONNU ou DÉPLACÉ	98

4.5.2.23	Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - DEBIT -	98
4.5.2.24	Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire "N" VECTEURS "Y"	98
4.5.2.25	Erreur (dans LIRFAC), trop de stations fictives	99
4.5.2.26	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), on a lu "NO" pour le paramètre NANHDR	99
4.5.2.27	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), la période à simuler est discontinue et chevauche deux années hydrologiques	100
4.5.2.28	Erreur (dans LIRFAC) numéro de stations fictives = "no"	100
4.5.3	Les erreurs entraînant un arrêt immédiat du programme	100
4.5.3.1	NOMBRE D'ERREURS FATALES = i	100
4.5.3.2	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé des VECTEURS OBLIGATOIRES	100
4.5.3.3	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé	101
4.5.3.4	Erreur (dans AMORCE), fin de fichier	101
4.5.3.5	Erreur (dans RESTOK), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - RELEVEMOY -	101
4.5.3.6	Erreur (dans STOKAM), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - DEBITMOY - ou un VECTEUR FACULTATIF -RELEVE - ou - VOLINIT	101
4.5.3.7	Erreur (dans DEBAR), 50 changements de bornes, station i	103
4.5.3.8	Erreur (dans AFFECT), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR OBLIGATOIRE - POSTEMETEO -	103
4.5.3.9	Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - METEO	103
4.5.3.10	Erreur (dans LIRFAC), le ou les VECTEURS FACULTATIFS - STATIONFIC - doivent être les premiers VECTEURS FACULTATIFS	103
4.5.3.11	Erreur (dans STOKAM), "Y" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire "N" VECTEURS "X"	104
4.5.3.12	Erreur (dans AFFECT) "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - CORPREC -	104
4.6	Calage du modèle	104
4.6.1	Premier essai	105
4.6.2	Analyse des résultats	105
4.6.3	Modification des paramètres	107
4.7	Résultats du programme	108
4.7.1	Fichier des résultats généraux (extension SIM)	109
4.7.2	Fichier des débits journaliers (extension DJO)	110
4.7.3	Fichier des débits mensuels (extension DME)	110
4.7.4	Fichier des données spatiales (extension DSP)	111
4.7.5	Fichier des débits journaliers calculés aux stations fictives (extension DFI)	112
4.7.6	Fichier de la température de la pluie et de la fonte moyenne journalière (extension TPF)	113
4.7.7	Fichier des erreurs d'exécution (extension ERS)	114
4.8	Exemple d'utilisation	114

4.8.1	Les vecteurs de données d'entrée du programme	114
4.8.2	Analyse des résultats généraux	116
4.8.3	Analyse des résultats numériques	117
4.8.4	Analyse des résultats présentés sur graphiques	117
4.8.4.1	Graphique du schéma de production	118
4.8.4.2	Graphique des données spatiales	119
4.8.4.3	Graphique des données temporelles	122
ANNEXES		131
A DONNÉES GÉNÉRALES DES CARREAUX		135
A.1	Vecteur SURFCE	136
A.2	Vecteur PHYDRACE	137
A.3	Vecteur EXECUTION	138
B DONNÉES DU BASSIN VERSANT		139
B.1	Vecteur STAPRIN	140
B.2	Vecteur STASEC	141
B.3	Vecteur STASEC2 ... STASEC 6	142
B.4	Vecteur STASECNO	143
B.5	Vecteur STASECNO2 ... STASECNO6	144
B.6	Vecteur AIRE	145
B.7	Vecteur AIRE2 ... AIRE5	146
B.8	Vecteur POSTEMETEO	147
B.9	Vecteur EXECUTION	148
C DONNÉES DES RIVIÈRES		149
C.1	Vecteur PHYRIVIER	150
C.2	Vecteur EXECUTION	151
D DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES PRÉPARÉES		153
D.1	Matrice MARR	154
D.1.1	Données MARR initiales	154
D.1.2	Données MARR	155
D.2	Matrice MACE	156
D.3	Matrice MACP	157
D.4	Matrice IJS	158
E DONNÉES DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES .		159
E.1	Vecteur DHM1GEN	160
E.2	Vecteur REPMETEO	161
E.3	Vecteur REPHYDRO	162
E.4	Vecteur STAMET1	163
E.5	Vecteur STAMET2...STAMET100	164
E.6	Vecteur STADEB1	165
E.7	Vecteur STADEB2...STADEB50	166
E.8	Vecteur EXECUTION	167

F	DONNÉES HYDROMÉTRIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES PRÉPARÉES . . .	169
F.1	Données NBSTAT	170
F.2	Données ANDEBFIN	171
F.3	Données NOSTAMET	172
F.4	Données NOSTADEB	173
F.5	Données NOSTANIV	174
F.6	Données DONMETEO	175
F.7	Données DONDEBIT	176
F.8	Données DONNIVEAU	177
G	PARAMÈTRES DE SIMULATION QUANTITÉ	179
G.1	Les vecteurs obligatoires	180
G.1.1	Vecteur obligatoire SIMULATION	180
G.1.2	Vecteur obligatoire NEIGE	183
G.1.3	Vecteur obligatoire OPTION	184
G.1.4	Vecteur obligatoire SOL1	186
G.1.5	Vecteur obligatoire SOL2	187
G.1.6	Vecteur obligatoire SOL3	188
G.1.7	Vecteur obligatoire SOLINITIAL	189
G.1.8	Vecteur obligatoire TRANSFERT	190
G.1.9	Vecteur obligatoire POSTEMETEO	191
G.1.10	Vecteur obligatoire EXECUTION	193
G.2	Les vecteurs facultatifs	194
G.2.1	Vecteur facultatif STATIONFIC	194
G.2.2	Vecteur facultatif BARRAGE	195
G.2.3	Vecteur facultatif CARTEEVA	197
G.2.4	Vecteur facultatif CARTEFONTE	198
G.2.5	Vecteur facultatif CARTENAPPE	199
G.2.6	Vecteur facultatif CARTENEIGE	200
G.2.7	Vecteur facultatif CARTEPLUIE	201
G.2.8	Vecteur facultatif CARTESOL	202
G.2.9	Vecteur facultatif CARTETEMP	203
G.2.10	Vecteur facultatif COEFIMP	204
G.2.12	Vecteur facultatif COEFINFILT	207
G.2.13	Vecteur facultatif COEFVNB	208
G.2.14	Vecteur facultatif COEFVNH	209
G.2.15	Vecteur facultatif COEFVSI	210
G.2.16	Vecteur facultatif CONTRAINTE	211
G.2.17	Vecteur facultatif CTP (Coefficient de Transfert Particulier)	212
G.2.18	Vecteur facultatif DATARELEVE	213
G.2.19	Vecteur facultatif EAUIRRIG	214
G.2.20	Vecteur facultatif EAUPOTAB	215
G.2.21	Vecteur facultatif EVAPOBAR	216
G.2.22	Vecteur facultatif EVAPORIV	217
G.2.23	Vecteur facultatif EXUBIS	218
G.2.24	Vecteur facultatif HAUINF	220
G.2.25	Vecteur facultatif HAUINT	221
G.2.26	Vecteur facultatif HAUNAP	222
G.2.27	Vecteur facultatif HAUPOT	223

G.2.28	Vecteur facultatif HAURIMP	224
G.2.29	Vecteur facultatif HAUSOL	225
G.2.30	Vecteur facultatif HAUTEURMAX	226
G.2.31	Vecteur facultatif LAC	227
G.2.32	Vecteur facultatif MODIF	228
G.2.33	Vecteur facultatif RELEVE	229
G.2.34	Vecteur facultatif SURFACE	230
G.2.35	Vecteur facultatif SURFIMPERM	231
G.2.36	Vecteur facultatif TURBINAGE	232
G.2.37	Vecteur facultatif VOLINIT	233
G.2.38	Vecteur facultatif VOLMIDEV	234
G.3	Les vecteurs induits	235
G.3.1	Vecteur induit NIVEAU	235
G.3.2	Vecteur induit VOLUME	236
G.3.3	Vecteur induit DEBIT	237
G.3.4	Vecteur induit DATE	238
G.3.5	Vecteur induit DEBITMOY	239
G.3.6	Vecteur induit RELEVEMOY	240
G.3.7	Vecteur induit METEO	242
G.3.8	Vecteur induit CORPREC (<u>COR</u> rection <u>PREC</u> ipitations)	243
H FEUILLES DE CODIFICATION DES DONNÉES		245

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Résultats de la préparation des données physiographiques: l'affectation des stations hydrométriques et les MARR (Début du fichier (extension EBV) des précisions du bassin versant calculé)	32
Tableau 2.2	Résultats de la préparation des données physiographiques: les matrices MACE, MACP et IJS (suite du fichier (extension PBR) des précisions du bassin versant calculé)	35
Tableau 4.1	Paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU-ONU	55
Tableau 4.2	Liste des vecteurs d'entrée nécessaires au programme CEQUEAU-ONU (fichier EATON.PAH)	116
Tableau I.1	Numéro de chaque jour de l'année.	181

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Structure générale de CEQUEAU-ONU	4
Figure 2.1	La préparation des données physiographiques	11
Figure 2.2	Création des carreaux entiers par superposition d'une grille sur le bassin versant étudié.	13
Figure 2.3	Subdivision des carreaux entiers en carreaux partiels en fonction des subdivisions de bassins.	14
Figure 2.4	Feuille de codification des données physiographiques générales des carreaux entiers	16
Figure 2.5	Codification des données physiographiques de l'exemple de la Figure 2.3	18
Figure 2.6	Les données générales des carreaux à travers l'éditeur de CEQUEAU-ONU.	19
Figure 2.7	Schématisation de l'écoulement et des stations hydrométriques et météorologiques	21
Figure 2.8	Les données du bassin versant à travers l'éditeur de CEQUEAU-ONU	23
Figure 2.9	Schéma des matrices constituant le fichier des données physiographiques préparées (extension PBR).	29
Figure 2.10	Numérotation des carreaux partiels et des carreaux entiers	33
Figure 3.1	La préparation des données hydrométriques et météorologiques	37
Figure 3.2	Schéma des matrices constituant le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC).	42
Figure 4.1	La simulation de quantité	48
Figure 4.2	Schéma de production du modèle CEQUEAU-ONU	53
Figure 4.3	Facteur de modulation qui tient compte du rayonnement solaire potentiel pour la latitude moyenne de 47°.	59
Figure 4.4	Évaporation potentielle journalière calculée avec la formule de Thornthwaite: effet de l'exposant XAA.	62

Figure 4.5	Évaporation potentielle journalière calculée avec la formule de Thornthwaite: effet de l'index XIT.	62
Figure 4.6	Schématisation de la fonction de transfert.	71
Figure 4.7	Variation du coefficient de transfert journalier suivant le paramètre EXXKT, pour différents pourcentages de lac sur carreau entier de 400 km ² . . .	73
Figure 4.8	Variation du coefficient de transfert journalier suivant le paramètre EXXKT, pour différents pourcentages de lac sur un carreau entier de 100 km ²	73
Figure 4.9	Schématisation de la prise en compte des barrages par le modèle CEQUEAU-ONU.	76
Figure 4.10	Ordre général des vecteurs du fichier des paramètres et options du modèle.	83
Figure 4.11	Imbrication des différents vecteurs de données durant la phase de simulation.	102
Figure 4.12	Schématisation du bassin versant de la rivière Eaton.	115
Figure 4.13	Le schéma de production du bassin versant de la rivière EATON . . .	118
Figure 4.14	La représentation spatiale des altitudes des carreaux entiers sur le bassin versant de la rivière EATON	120
Figure 4.15	La représentation spatiale de la pluie le 30 juin 1973 sur les carreaux entiers du bassin versant de la rivière EATON	121
Figure 4.16	La représentation spatiale des niveaux d'eau du réservoir SOL le 29 juin 1973 sur les carreaux entier du bassin versant de la rivière EATON .	122
Figure 4.17	Les débits journaliers pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON	123
Figure 4.18	Les débits journaliers cumulés pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON	124
Figure 4.19	Les débits journaliers classés pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON	125
Figure 4.20	Les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON	126
Figure 4.21	Les débits moyens mensuels (dispersion) pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON	127
Figure 4.22	Les pluies et fontes journalières pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON	128
Figure 4.23	Les pluies et fontes journalières superposées aux débits journaliers pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON	129

INTRODUCTION

Le modèle CEQUEAU-ONU est une version modifiée du modèle CEQUEAU version 2.0. Les principales modifications sont:

- modifications des vecteurs et matrices pour permettre l'usage de:

1 000	carreaux entiers
2 500	carreaux partiels
50	stations hydrométriques réelles, avec ou sans barrage
100	stations hydrométriques fictives avec ou sans barrage fictif
100	stations météorologiques
- possibilité d'introduire la spatialisation des principaux paramètres de la fonction de production soit CIN, CVNB, CVNH, CVSI pour les coefficients de vidange et HINF, HINT, HNAP, HRIMP, HSOL et HRIMP pour les hauteurs de vidange des réservoirs. Le pourcentage de surface imperméable peut également être variable sur le bassin versant.
- permettre la prise en compte de l'évaporation des réservoirs réels et fictifs et des rivières en estimant la surface d'eau en fonction du volume d'eau dans les réservoirs et des débits dans les rivières.
- permettre le retrait de l'eau des retenues pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation en fonction de niveaux-seuils.
- permettre les retours de débits en rivière d'une fraction des prélèvements.

Le logiciel CEQUEAU-ONU est un modèle conceptuel et déterministe qui permet de simuler la quantité de l'eau en rivière au pas de temps journalier. C'est un modèle à bilan qui permet de prendre en compte les caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs variations dans l'espace et dans le temps. Ceci est rendu possible par le découpage du bassin versant en éléments carrés, eux-mêmes subdivisés par les lignes de partage des eaux. Le modèle permet de simuler les débits en rivière aussi bien aux points de jaugeage qu'en n'importe quel autre point du bassin versant. Il offre de plus la possibilité de simuler l'existence de réservoirs artificiels ainsi que leur exploitation.

Le logiciel inclut également un éditeur développé spécialement pour l'édition des fichiers de données. Il permet la préparation des données physiographique et de drainage, des

données hydro-météorologique et de la qualité de l'eau. Le logiciel CEQUEAU-ONU fonctionne sous l'environnement DOS¹ et WINDOWS².

Ce **manuel de référence** est destiné à des hydrologues plutôt qu'à des informaticiens. Cependant, les informations nécessaires à la compréhension des manipulations informatiques sont données.

La première partie du manuel explique la préparation des banques de données nécessaires aux programmes de simulation hydrologique et de qualité de l'eau en rivière. Un exemple complet de préparation d'un bassin versant y est montré.

La deuxième partie présente les équations de base du modèle hydrologique et explique en détails les options et les paramètres du modèle. Pour illustrer les entrées et les sorties du modèle, un exemple d'application sur un petit bassin versant est utilisé. Les données de ce bassin versant sont fournies avec le logiciel.

Finalement, les annexes donnent la liste et le format des données utilisées pour la préparation des données pour les simulations hydrologique et de qualité de l'eau.

-
- 1 Morin, G. et Paquet, P. (1998). Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, Guide de l'utilisateur. Version 1.0 pour Windows. INRS-Eau, rapport de recherche no 521.
 - 2 Morin, G., Paquet, P. et Sochanski, W. (1998). Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, Guide de l'utilisateur. Version 1.0 pour DOS. INRS-Eau, rapport de recherche no 520

1

STRUCTURE GÉNÉRALE DE CEQUEAU- ONU

La Figure 1.1 montre la structure générale de CEQUEAU-ONU, constituée de modules de traitement qui font appel à des données sur fichiers et sur une base de données (la base de données peut être remplacée par des fichiers).

1.1 Les modules de traitement

Les modules de traitements se divisent en deux groupes; les modules de préparation des données et les modules de simulation:

1) modules de préparation de données

- **Données physiographiques**

Ce module sert à la préparation des données physiographiques nécessaires aux modules de simulation. Ce traitement est détaillé au Chapitre 2.

- **Données hydrométriques et météorologiques**

Ce module sert à la préparation des données hydrométriques et météorologiques nécessaires aux modules de simulation. Il permet également le calcul des moyennes mensuelles de ces mêmes données. Ce traitement est détaillé au Chapitre 3.

2) modules de simulation

- **Simulation de la quantité**

Ce module exécute la simulation de la quantité à partir du modèle hydrologique CEQUEAU-ONU. Ce traitement est détaillé au Chapitre 4.

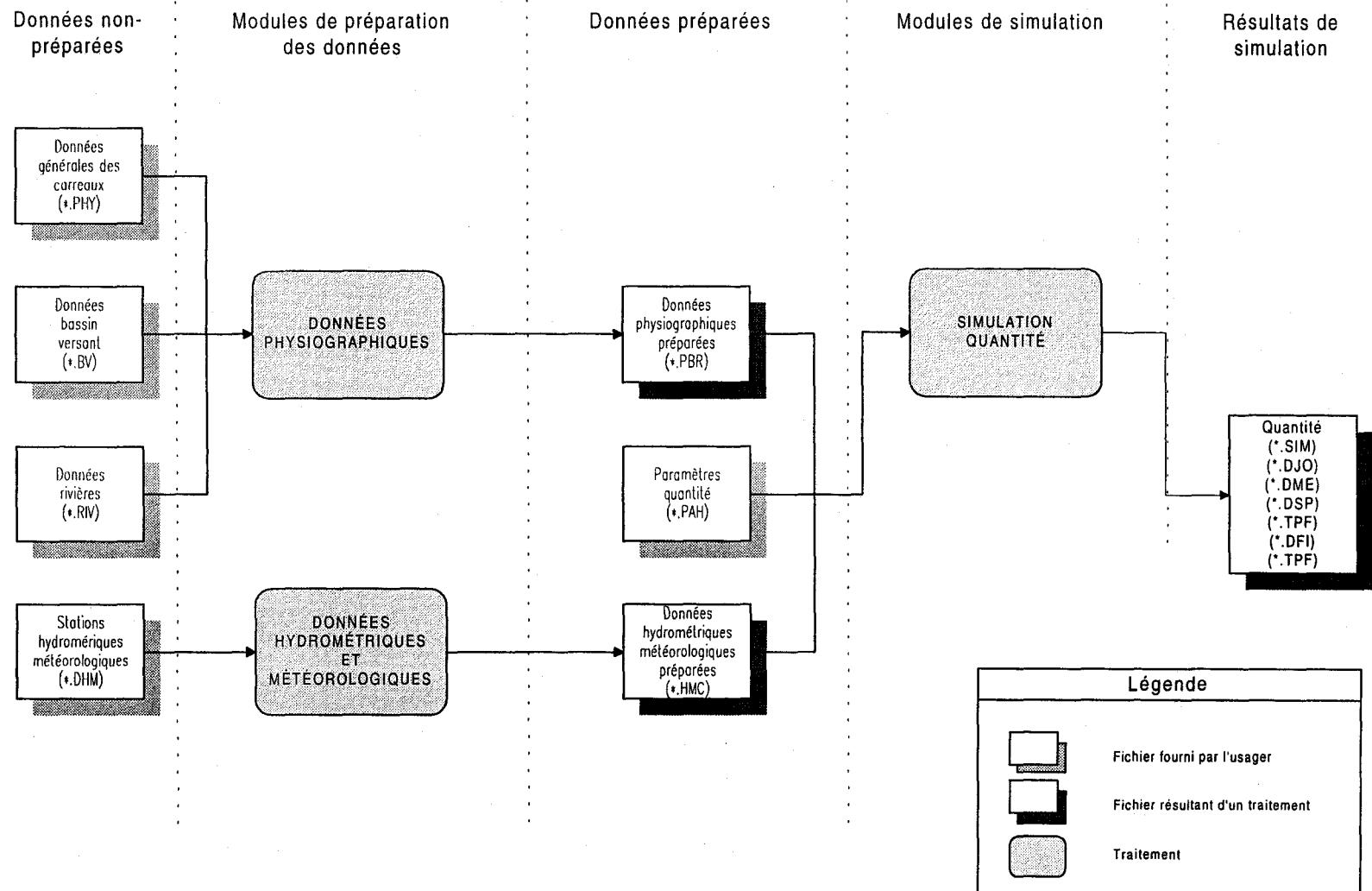


Figure 1.1 Structure générale de CEQUEAU-ONU

1.2 Les fichiers de données

Les modules décrits plus haut tirent leur information de sept fichiers de données qui peuvent être de trois types; les fichiers de données non-préparées, les fichiers de données préparées et les fichiers de résultats. Les fichiers de données non-préparées sont structurés de manière à être facilement exploitables par l'utilisateur. L'ordre de présentation de l'information y est souvent peu rigoureuse et la redondance de l'information ou les données manquantes y sont tolérées à plusieurs endroits.

Les modules de simulation exigent, quant à eux, des données dans un ordre très précis, selon un format très rigoureux, sans aucune donnée manquante. Ce sont les données préparées qui peuvent être produites à partir des fichiers de données non-préparées par l'entremise des trois modules de préparation de données décrits précédemment. Seuls deux fichiers de données préparées ne résultent pas d'un traitement de préparation, soient les fichiers des paramètres de quantité (extension PAH). Ces fichiers doivent être générés directement par l'utilisateur.

Les trois types de données sont:

1) Les données non-préparées

a) **Données physiographiques**

- **Données générales des carreaux**

Les données générales des carreaux sont utilisées pour déterminer les constantes physiques du modèle et pour schématiser l'écoulement de l'eau sur le bassin versant. Ce fichier doit contenir les données physiographiques de tous les carreaux entiers constituant le bassin versant. Ces données ont des valeurs fixes et proviennent généralement des cartes topographiques du bassin versant.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *PHY*.

- **Données du bassin versant**

Les données du bassin versant sont utilisées pour produire le bassin versant à étudier à partir des données générales des carreaux du fichier cité plus haut.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *BV*.

- **Données des rivières**

Les données des rivières fournissent l'information relative aux rivières du bassin versant à étudier. Ce fichier est optionnel. Si aucun fichier de rivières n'est spécifié lors de la préparation des données physiographiques, les données relatives aux rivières seront calculées.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *RIV*.

b) Données hydrométéorologiques

- **Données périodes et stations**

Ce fichier contient les numéros des stations météorologiques et hydrométriques dont les données doivent être obtenues de fichiers ou de la base de données ainsi que la période pour laquelle ces données sont requises.

Les données météorologiques qui seront soutirées de la base de données sont des données d'entrée du modèle tandis que les données hydrométriques ne sont utilisées que pour la vérification ultérieure des débits simulés, lors de l'ajustement des paramètres du modèle. Le pas de temps de ces données est la journée.

Ces informations serviront à préparer le fichier de données utilisé pour la simulation de quantité et de qualité.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *DHM*.

2) Données préparées

a) Données physiographiques préparées

Ce fichier est obtenu de la préparation des données physiographiques. Il servira aux simulations de quantité.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *PBR*.

b) Données hydrométriques et météorologiques préparées

Ce fichier est obtenu de la préparation des données hydrométriques et météorologiques. Il servira aux simulations de quantité.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *HMC*.

c) Paramètres et options du modèle**● Modèle de quantité**

Ce fichier contient les paramètres et options qui seront utilisés pour les simulations de quantité. Les valeurs de ces paramètres peuvent varier d'un essai de simulation à l'autre.

Ce fichier porte normalement le nom du projet suivi de l'extension *PAH*.

3) Résultats de simulation**a) Résultats de simulation de quantité**

Ces fichiers seront créés afin de recevoir les résultats des simulations de quantité ou de qualité. Ils portent normalement un nom qui identifie bien à quel projet ils appartiennent et qui laisse également la place à plusieurs fichiers de résultats de simulation. Par exemple, dans le cas d'une simulation sur la rivière Eaton, on pourra nommer les fichiers des résultats *EATON1* pour la première simulation, *EATON2* pour la deuxième simulation, etc. On peut ainsi conserver tous les résultats de simulations qui nous intéressent. Si vous spécifiez un nom de fichier déjà existant, vous serez prévenu avant que ce fichier ne soit écrasé.

Chaque fichier créé porte une extension qui identifie le contenu du fichier. Pour les simulations de quantité on retrouve les fichiers:

- .SIM Fichier des résultats généraux
- .DJO Fichier des données journalières observées et calculées
- .DME Fichier des données mensuelles observées et calculées
- .DSP Fichier des données spatiales
- .DFI Fichier des données journalières aux stations fictives
- .TPF Fichier des températures, pluie et fonte sur les bassins versants (optionnel)

1.3 Organisation de l'information dans les fichiers

L'information contenue dans les fichiers fournis par l'utilisateur est organisée sous forme de lignes de données appelées *vecteurs*. Chaque vecteur contient l'information relative à un sujet en particulier et débute par un mot-clé de dix caractères au maximum. Le mot-clé occupe les dix premières colonnes du vecteur et réfère au sujet qui relie les données occupant les colonnes qui suivent.

Chaque donnée constituant un vecteur est contenue dans un *champ* lui-même identifié par une variable unique. Voici un exemple de vecteur contenant six données:

Vecteur STAPRIN donnant les informations de la station réelle ou fictive de l'exutoire d'un bassin versant.

1	11	14	17	19	20	22
STAPRIN	I	J	B	C1	B	NOSTA
A10	I3	I3	A2	A1	A2	I7

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Signification</u>
I	11-13	Abscisse du carreau entier de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
J	14-16	Ordonné du carreau entier de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
B	17-18	Blanc
C1	19	Code de la parcelle de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
B	20-21	Blanc
NOSTA	22-28	Numéro de station.

Comme on le voit dans l'exemple, chaque champ (première ligne du tableau de description du vecteur) est associé à un format précis (deuxième ligne) auquel doit se conformer la donnée qu'il contient.

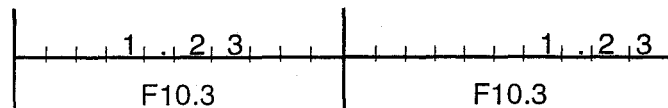
Les formats suivants peuvent définir un champ.

- **Format I**

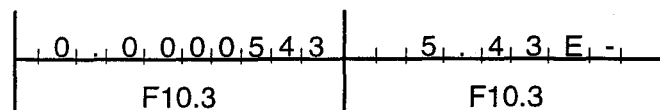
Le format I est associé à la lecture d'un entier. La lecture d'un entier en format I demande de toujours justifier le nombre à droite.

- **Format F**

Le format F est associé à la lecture d'un nombre réel. La justification n'est pas nécessaire pour un nombre réel (format F), à condition d'inclure le point décimal. Ainsi, les deux représentations suivantes du nombre 1.23 sont équivalentes:



Il est également possible de fournir dans un format F (réel) un nombre sous forme E (semi-exponentiel). Les deux présentations suivantes sont équivalentes:



Par contre, il est nécessaire de justifier l'exposant à droite. Ainsi:

| 5 . 4 3 0 E - 5 |
F10.3

signifie $5.43 \cdot 10^{-5}$.

- **Format A**

Le format A est associé à la lecture sous format alphanumérique. L'information doit être justifiée à gauche.

Les vecteurs de données peuvent se répartir en trois groupes:

- **Les vecteurs obligatoires**

Les vecteurs obligatoires doivent toujours faire partie du fichier de données et leur ordre ne doit pas être modifié.

- **Les vecteurs facultatifs**

Ces vecteurs permettent de fournir de l'information optionnelle aux modules de préparation de données ou de traitement. Il peuvent ou non être présents.

- **Les vecteurs induits**

Les paramètres des vecteurs obligatoires ou facultatifs imposent quelquefois la lecture de nouveaux vecteurs appelés induits. Ces derniers doivent être insérés à un endroit précis dans l'ordre des vecteurs d'un fichier.

L'éditeur de données de CEQUEAU-ONU (voir Guide de l'utilisateur) permet de gérer facilement les vecteurs constituant les différents fichiers.



2

PRÉPARATION DES DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES

La Figure 2.1 montre la structure détaillée de la préparation des données physiographiques.

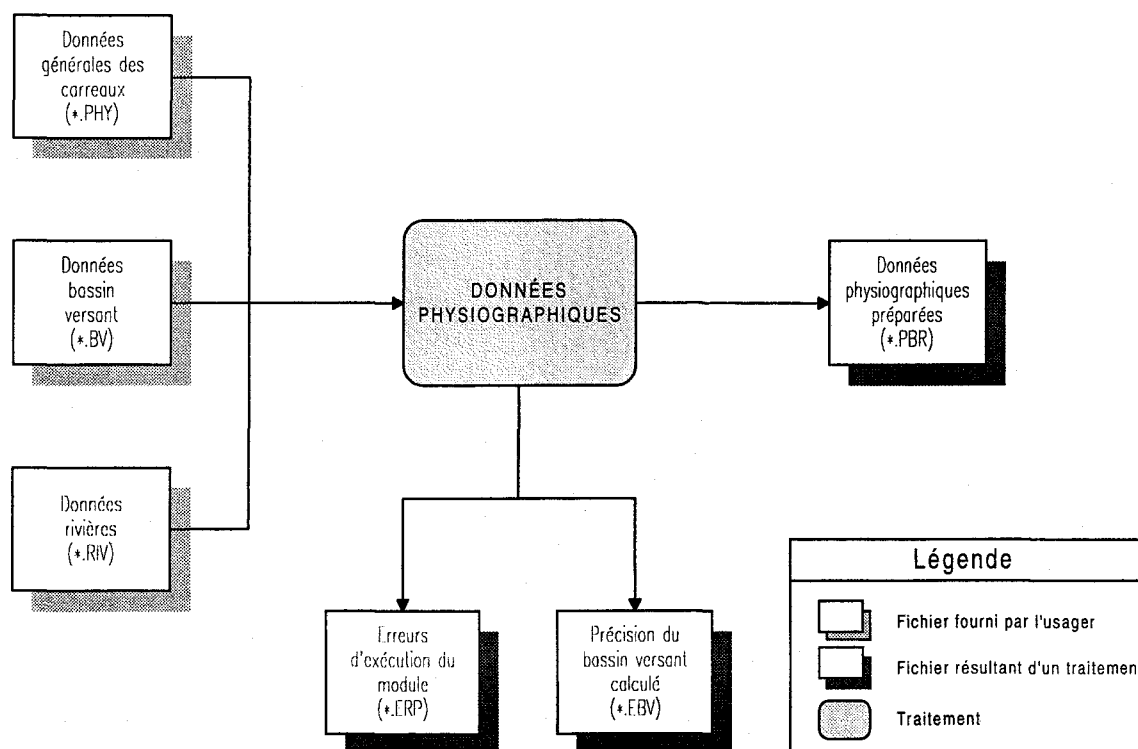


Figure 2.1 La préparation des données physiographiques

C'est à partir du fichier des données générales des carreaux entiers et du fichier des données du bassin versant que l'on peut obtenir le fichier des données physiographiques préparées nécessaires aux simulations de quantité.

Le fichier des données des rivières est optionnel; s'il n'est pas présent, les données des rivières seront calculées.

2.1 Données générales des carreaux - Utilisation des cartes topographiques

La synthèse de l'écoulement réalisée par le modèle CEQUEAU-ONU porte sur des éléments dimensionnés dans l'espace, afin de prendre en compte les caractéristiques physiques du bassin versant. Ce découpage du bassin étudié peut être très varié dans sa forme et dans sa densité; cependant, on a retenu le découpage en éléments carrés, et les données de drainage sont obtenues en subdivisant ces éléments suivant la ligne de partage des eaux.

Ces deux découpages permettent au modèle CEQUEAU-ONU:

- de suivre dans l'espace et dans le temps la formation et l'évolution de l'écoulement de l'eau;
- de représenter toute modification artificielle de l'écoulement dans les rivières (barrage, déviation, prise d'eau, etc...);
- de simuler les débits en n'importe quel point du réseau de drainage.

Le fichier de données générales des carreaux est produit à partir des cartes topographiques. Le fichier pourra être facilement réalisé en utilisant l'éditeur de données du programme CEQUEAU-ONU (voir Guide de l'utilisateur) et les feuilles de codification fournies à l'Annexe H.

2.1.1 Carreaux entiers

Les données générales des carreaux sont déterminées sur des surfaces élémentaires de mêmes dimensions à partir des cartes topographiques du bassin versant étudié.

En principe, cela se traduit par la superposition d'une grille (Figure 2.2) délimitant les surfaces élémentaires que nous appellerons "carreaux entiers". La dimension à donner aux carreaux entiers dépend principalement de la superficie du bassin versant étudié, des données météorologiques disponibles, de la topographie du terrain, etc. On considère que pour un bassin versant relativement homogène, un découpage donnant de 25 à 75 carreaux entiers nous permet d'obtenir des résultats satisfaisants. Par exemple, si le bassin versant étudié a une superficie de 15 000 km², une grille dont les mailles mesurent 20 km de côté nous donne de 40 à 60 carreaux entiers, ce qui suffit dans la majorité des cas.

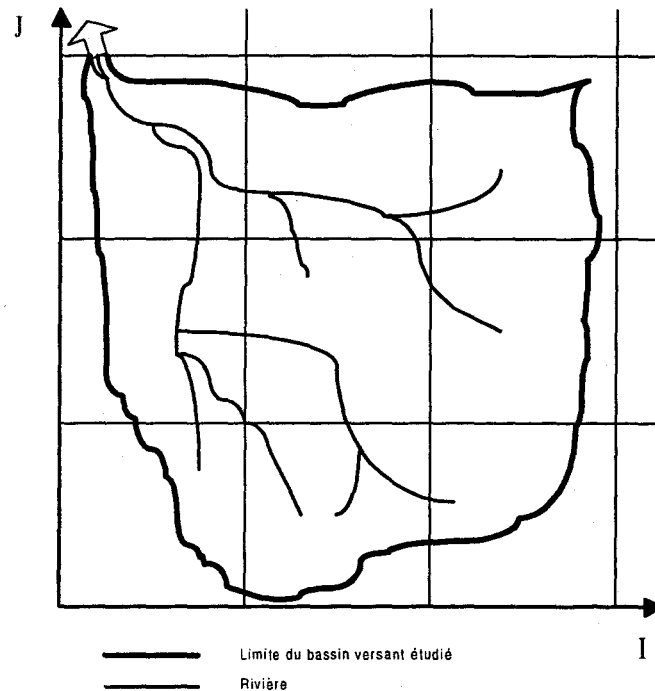


Figure 2.2 Création des carreaux entiers par superposition d'une grille sur le bassin versant étudié.

Selon la taille du bassin versant étudié et la dimension des carreaux retenus, les données générales des carreaux sont déterminées en utilisant des cartes topographiques au 1:250 000 ou au 1:50 000. Mais rien n'empêche de traiter un problème plus spécifique avec des échelles différentes.

Les données physiographiques à déterminer pour chacun des carreaux entiers sont:

- le pourcentage de superficie recouverte par les lacs et les rivières;
- le pourcentage de superficie recouverte par la forêt;
- le pourcentage de superficie recouverte par les marais;
- l'altitude du coin sud-ouest, en mètres.

2.1.2 Carreaux partiels

Dans le but de représenter le sens de l'écoulement de l'eau dans les rivières ou sur le bassin versant, il est nécessaire d'effectuer un second découpage. Ainsi, chaque carreau entier du premier découpage est subdivisé par la ligne de partage des eaux en parcelles appelées "carreaux partiels" (Figure 2.3). Le modèle CEQUEAU-ONU permet d'avoir quatre carreaux partiels au maximum à l'intérieur d'un carreau entier. En considérant les données topographiques telles que dénivelée du terrain, ruisseau, rivière, il est facile de déterminer dans quel sens s'écoule l'eau transitant sur un carreau partiel. Le sens de l'écoulement est indiqué par une flèche qui va d'un carreau partiel à un autre.

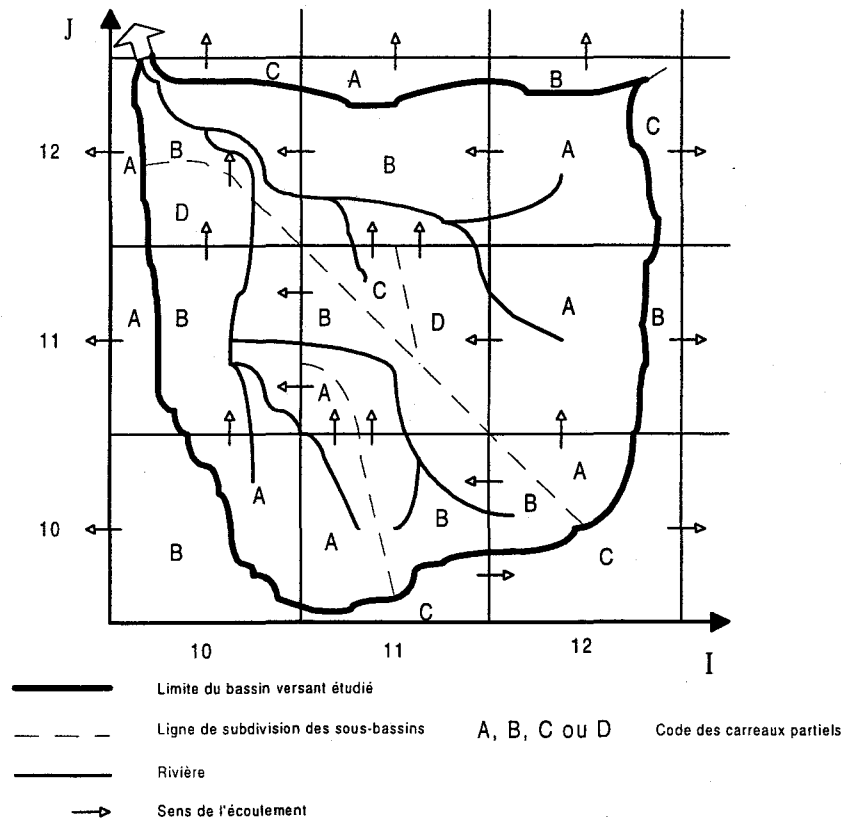


Figure 2.3 Subdivision des carreaux entiers en carreaux partiels en fonction des subdivisions de bassins.

Les informations à retenir pour chaque carreau partiel sont sa superficie et le sens de son écoulement. La codification de ces données a pour but de créer une banque (à l'aide du traitement de préparation des données physiographiques) qui permet de représenter l'écoulement de l'eau vers l'exutoire, tel qu'il se produit sur le bassin versant.

Ces données doivent être compilées en utilisant les formats des feuilles de codification des données physiographiques générales des carreaux entiers (Figure 2.4).

2.1.3 Le fichier des données générales des carreaux entiers

Chaque ligne d'information du fichier de données générales des carreaux est appelée vecteur et débute toujours par un nom (colonnes 1 à 10). Les vecteurs constituant ce fichier sont détaillés à l'Annexe A.

La Figure 2.4 représente la feuille de codification pour la création du fichier des données générales des carreaux nécessaires au traitement de préparation des données physiographiques (disponible à l'Annexe H). Un premier vecteur, appelé SURFCE, permet de spécifier la taille des carreaux entiers (colonnes 11 à 15). Suivent ensuite une série de vecteurs (PHYDRACE) permettant de spécifier les informations relatives à un carreau entier (colonnes 11 à 18 et 51 à 63); et aux quatre carreaux partiels qui peuvent être inclus dans ce carreau entier (quatre zones comprises entre les colonnes 19 et 50). Un vecteur vide, portant le nom EXECUTION, vient finalement indiquer la fin de la série de vecteurs.

2.1.4 Exemple

Pour illustrer le mode de codification qui doit être respecté, le bassin versant illustré précédemment (Figure 2.3) est codifié au complet. Il sera également utilisé plus loin pour expliquer les sorties du traitement de préparation des données.

2.1.4.1 Identification des carreaux entiers

Pour les carreaux entiers, nous utilisons un repère orthonormé où l'abscisse est nommée I et l'ordonnée J. Chaque vecteur sur la feuille de codification (Figure 2.4) permet deux chiffres pour I et J, qui seront compris entre 0 et 99. En pratique, l'origine ne commence pas au point de coordonnées (0,0), mais (10,10) pour donner la possibilité d'introduire des stations météorologiques en dehors du bassin sans être obligé d'utiliser des coordonnées négatives.

L'abscisse et l'ordonnée des carreaux entiers du bassin versant que nous voulons codifier (Figure 2.3) varient de 10 à 12.

VECTEUR	CARREAUX ENTIERS
Nom du vecteur	Surf. km ²
1	11
SURFACE	||||

VECTEUR	IDENTIFICATION DU CARREAU				SORTIE DES PARCELLES																DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES			
					A				B				C				D							
Nom du vecteur	I	J	...	Nb. par.	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	Lac %	Forêt %	Marais %	Altitude en mètres coin S.O.
1	11	13	15	18	19	21	23	24	27	29	31	32	35	37	39	40	43	45	47	48	51	54	57	60
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								

Figure 2.4 Feuille de codification des données physiographiques générales des carreaux entiers

2.1.4.2 Identification des carreaux partiels

On identifie les carreaux partiels d'un même carreau entier par les lettres A à D, puisqu'un maximum de quatre subdivisions est permis. L'ordre n'a pas d'importance. S'il n'existe qu'un seul carreau partiel, on lui donnera la lettre A; s'il existe deux carreaux, on utilisera les lettres A et B, et ainsi de suite. Tous les carreaux partiels doivent avoir une lettre, même ceux en dehors du bassin versant.

Sur la Figure 2.3, nous voyons que le carreau entier 12-11 (I=12, J=11) a deux carreaux partiels, soit A et B, tandis que le carreau 10-12 a quatre carreaux partiels, A à D.

2.1.4.3 Codification des carreaux entiers et partiels

Un vecteur de codification (PHYDRACE), comme nous le voyons à la Figure 2.4, est prévu pour donner l'information complète d'un carreau entier, c'est-à-dire la codification des carreaux partiels et des données physiographiques. Notre exemple sera donc codifié avec neuf vecteurs. Aucun ordre n'est prévu pour ces vecteurs.

Nous pouvons, par exemple, débiter avec le carreau entier 10-12 puis 10-10, etc. En pratique, pour limiter les risques d'oubli et pour faciliter le repérage de chaque vecteur, nous codifierons en respectant l'ordre des I-J, J variant le premier, soit 10-10, 10-11, 10-12, 11-10, etc.

Le vecteur SURFCE et les neuf vecteurs PHYDRACE nécessaires pour notre exemple sont décrits à la Figure 2.5.

1) SURFCE

Le premier vecteur (SURFCE) indique que les carreaux ont une superficie de 25.00 km² (colonnes 11 à 15).

2) PHYDRACE

Les vecteurs suivants (PHYDRACE) fournissent l'information pour chacun des carreaux entiers. Le premier vecteur s'applique au carreau entier 10-10 (colonnes 11 à 14), et indique que le nombre de carreaux partiels inclus dans ce carreau est de 2 (colonne 18). Les colonnes 15 à 17 ne sont pas utilisées.

La zone 19 à 26 définit le premier carreau partiel (10-10-A): il s'écoule dans le carreau partiel 10-11-B (colonnes 19 à 23) et recouvre 40% du carreau entier (colonne 24).

De même, les colonnes 27 à 34 indiquent que le second carreau partiel (10-10-B) s'écoule dans le carreau partiel 9-10-A et occupe 60% du carreau entier.

Lorsqu'un carreau partiel s'écoule dans un carreau à l'extérieur du quadrillé, comme c'est le cas du carreau partiel B du carreau 10-10, il n'est pas nécessaire de connaître le code du carreau partiel où il se jette; nous pouvons toujours utiliser le code A.

VECTEUR	CARREAUX ENTIERS
Nom du vecteur	Surf. km ²
1	11
SURFACE	2,5,0,0

VECTEUR	IDENTIFICATION DU CARREAU				SORTIE DES PARCELLES																DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES			
					A				B				C				D							
Nom du vecteur	I	J	---	Nb. par.	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	Lac %	Forêt %	Marais %	Altitude en mètres coin S.O.
1	11	13	15	18	19	21	23	24	27	29	31	32	35	37	39	40	43	45	47	48	51	54	57	60
PHYDRACE	1,0	1,0	,,	2	1,0	1,1	B	,4,0	,9	1,0	A	,6,0									,,0	,7,5	,,0	,7,6,0
PHYDRACE	1,0	1,1	,,	2	,9	1,10	A	,3,5	1,0	1,2	D	,6,5									,,1	,6,0	,,0	,7,0,0
PHYDRACE	1,0	1,2	,,	4	,9	1,2	A	,2,0	1,0	1,3	A	,5,0	1,0	1,3	A	,1,0	1,0	1,2	B	,2,0	,,3	,5,0	,,0	,6,0,0
PHYDRACE	1,1	1,0	,,	3	1,1	1,1	A	,3,5	1,1	1,1	B	,4,5	1,2	1,0	C	,2,0					,,0	,8,0	,,1	,8,0,0
PHYDRACE	1,1	1,1	,,	4	1,0	1,1	B	,,3	1,0	1,1	B	,4,0	1,1	1,2	B	,2,5	1,1	1,2	B	,3,2	,,1	,6,8	,,1	,7,2,5
PHYDRACE	1,1	1,2	,,	2	1,1	1,3	A	,1,5	1,0	1,2	B	,8,5									,,1	,4,7	,,0	,6,1,0
PHYDRACE	1,2	1,0	,,	3	1,2	1,1	A	,1,0	1,1	1,0	B	,1,0	1,3	1,0	A	,8,0					,,0	,8,0	,,0	,8,3,0
PHYDRACE	1,2	1,1	,,	2	1,1	1,1	D	,8,5	1,3	1,1	A	,1,5									,,0	,7,1	,,0	,7,7,0
PHYDRACE	1,2	1,2	,,	3	1,1	1,2	B	,7,0	1,2	1,3	A	,1,5	1,3	1,2	A	,1,5					,,0	,6,6	,,0	,7,1,0
PHYDRACE			,,																					

Figure 2.5 Codification des données physiographiques de l'exemple de la Figure 2.3

Pour la codification des écoulements de chaque carreau partiel, il est important de respecter l'ordre, c'est-à-dire que les colonnes 19 à 26, 27 à 34, 35 à 42 et 43 à 50 sont utilisées respectivement pour les carreaux partiels A, B, C et D. Si le nombre de carreaux partiels est inférieur à quatre, on laissera les dernières colonnes vierges.

Les données physiographiques sont introduites dans les colonnes 51 à 63.

3) EXECUTION

Un vecteur EXECUTION indique la fin du fichier.

Une description détaillée de chacun de ces vecteurs est donnée à l'Annexe A.

Une fois la feuille de codification remplie, on peut transférer l'information dans le fichier de données à partir de l'éditeur de CEQUEAU-ONU (voir Guide de l'utilisateur), tel que montré à la Figure 2.6.

Données physiographiques générales							
eaton.phy							
Corriger	Enlever	Ajouter	Déplacer	Vérifier	Enreg.	Imp.	Terminer
SURFACE	16.00						
PHYDRACE	1210	21310A	51110A	95		65	388
PHYDRACE	1310	21311A	5513	9A 45		65	422
PHYDRACE	1410	31310A	581411A	714 9A 35		67	560
PHYDRACE	1510	31511B	31511C	115 9A 96		98	460
PHYDRACE	1610	21611A	21710A	98		100	526
PHYDRACE	1211	21311A	401111A	60		82	414
PHYDRACE	1311	11312C	100			59	476
PHYDRACE	1411	21311A	851412A	15		61	422
PHYDRACE	1511	41412A	341512A	591411A 31510C	4	70	577
PHYDRACE	1611	31512A	621612A	31610B	35	2 93	614
PHYDRACE	1711	21611B	21710A	98		8 92	552
PHYDRACE	1112	31113A	261212A	11012A	73	77	411
Description du vecteur pointé							
SURFACE							
SURFACE							
Commentaires du vecteur							
Vecteur obligatoire donnant la surface du carreau entier.							

Figure 2.6 Les données générales des carreaux à travers l'éditeur de CEQUEAU-ONU.

2.2 Données du bassin versant

2.2.1 Identification de l'exutoire

L'exutoire du bassin versant est identifié par les coordonnées I-J et le code du carreau partiel de la station qui s'y situe. Si aucune station n'est présente à l'exutoire, on utilisera une station fictive.

2.2.2 Identification des stations hydrométriques et météorologiques

Les stations hydrométriques du bassin versant étudié sont identifiées par leurs coordonnées I-J et le code du carreau partiel où elles se situent, tandis que les stations météorologiques sont repérées avec les coordonnées I-J seulement. Pour en déterminer les coordonnées, nous plaçons normalement les stations sur le quadrillage (Figure 2.7).

2.2.3 Le fichier des données du bassin versant

Le fichier de données du bassin versant pourra être facilement créé en utilisant l'éditeur de CEQUEAU-ONU (voir le Guide de l'utilisateur). On trouvera, dans ce fichier, les vecteurs suivant, dans l'ordre:

1) **STAPRIN**

Un premier vecteur donnant les coordonnées I et J et le code du carreau partiel (A, B, C ou D) de l'exutoire du bassin étudié et le numéro de station qui se situe sur ce carreau. S'il n'y a aucune station, on donne un numéro fictif.

2) **STASEC**

Un vecteur donnant le numéro des stations hydrométriques additionnelles sur le bassin versant (maximum 9).

S'il n'existe aucune station additionnelle on utilise un vecteur vierge.

3) **STASECNO**

Un vecteur donnant le nombre de stations hydrométriques additionnelles (maximum 9) et pour chaque station l'abscisse I, l'ordonnée J et le code du carreau partiel (A, B, C ou D) où sont situées ces stations.

S'il n'existe aucune station additionnelle on utilise un vecteur vierge.

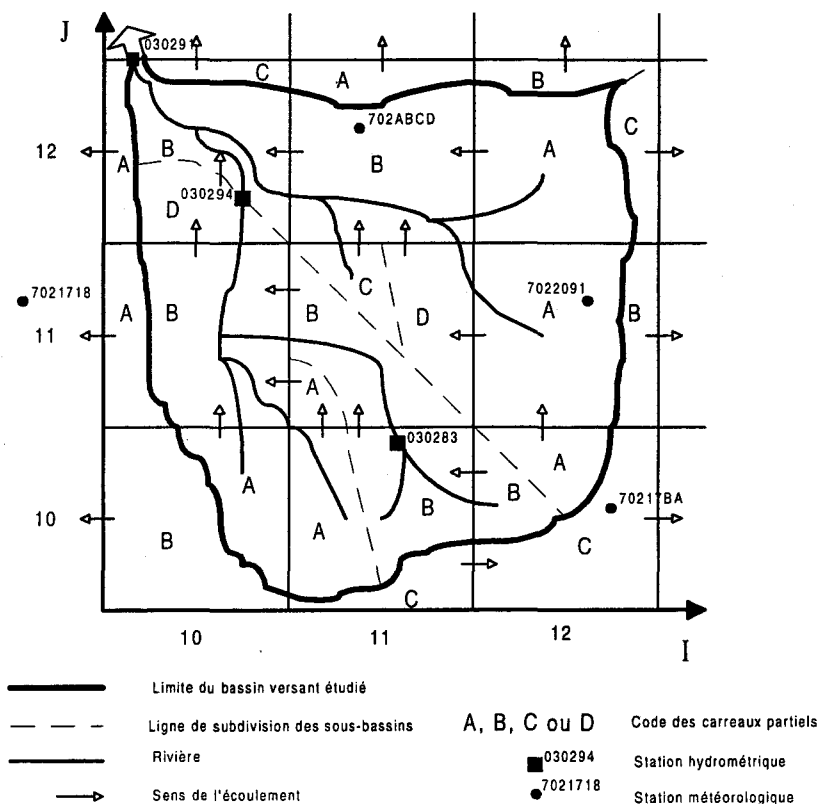


Figure 2.7 Schématisation de l'écoulement et des stations hydrométriques et météorologiques

4) AIRE

Un vecteur donnant la superficie, en km², des sous-bassins versants de la station à l'exutoire et des stations additionnelles.

5) POSTEMETEO

Pour chacune des stations météorologiques possibles sur le bassin versant, un vecteur en donnant les principales caractéristiques.

6) EXECUTION

Un vecteur obligatoire EXECUTION termine le groupe de vecteurs

Une description détaillée de chacun de ces vecteurs est donnée à l'Annexe B.

2.2.4 Exemple

Pour illustrer l'identification des stations, nous poursuivons l'exemple de la section précédente auquel se sont ajoutées les stations hydrométriques et météorologiques (Figure 2.7). Les données du bassin versant sont obtenues en repérant sur les cartes topographiques les coordonnées I et J et le code du carreau partiel (A, B, C ou D) des stations ainsi que de l'exutoire du bassin étudié.

Les coordonnées des trois stations hydrométriques sont:

Station 030291: 10-12 B
Station 030294: 10-12 D
Station 030283: 11-10 B

L'exutoire du bassin versant se situe à la station 030291. Le bassin versant sera reconstitué à partir de ce carreau partiel.

Les coordonnées des quatre stations météorologiques possibles sont:

Station 7021718: 9-11
Station 70217BA: 12-10
Station 7022091: 12-11
Station 702ABCD: 11-12

La Figure 2.8 montre les données du bassin versant à l'aide de l'éditeur de CEQUEAU-ONU.

2.3 Les données des rivières

2.3.1 Caractérisation d'un tronçon de rivière

En plus des données physiographiques des carreaux entiers telles qu'utilisées par le modèle de simulation de quantité, la mise en opération du modèle de simulation de qualité, exige les caractéristiques physiographiques du cours d'eau principal sur chaque carreau partiel.

Données physiographiques du bassin versant

manuel by

Corriger Retirer Ajouter Déplacer Vérifier Incap Imp. Terminer

STAPPIN	10	12	B	030251										
STAPPB				030294 030283										
STAPPEND	2	10	12D	11	10B									
AIRE	155.4	67.6	13.0											
POSTMETROAA					7021715	9	11	920.4	520	7130	4590	480		
POSTMETROBB					70217BA	12	10	980.4	560	7128	4519	740		
POSTMETROCC					7022091	12	11	658.3	620	7127	4520	470		
POSTMETRODD					702ABCD	11	12	772.1	528	7124	4522	238		

EXECUTION

Description du vecteur pointe

STAPPIN	J	C1	NOSTA
---------	---	----	-------

Commentaires du vecteur

Vecteur obligatoire donnant les informations de la station réelle ou fictive de l'aétoire.

Figure 2.8 Les données du bassin versant à travers l'éditeur de CEQUEAU-ONU

Ainsi, pour chaque carreau partiel, nous supposons l'existence d'un cours d'eau principal ou tronçon dont le débit à la sortie du carreau est donné par les simulations du modèle de quantité. Cette notion de sortie unique, représente bien le réseau hydrographique d'un bassin qui est suffisamment et adéquatement découpé. Il faut toutefois se rappeler que ce cours d'eau principal simulé pourra quelquefois représenter quelques cours d'eau réels et non un seul, en particulier dans les régions les plus en amont d'un bassin versant. Cette distinction est importante pour l'évaluation adéquate des caractéristiques physiques réelles des cours d'eau afin d'établir la surface d'échange d'énergie entre l'eau et l'atmosphère sur un carreau partiel donné.

Les caractéristiques physiques des cours d'eau, utilisées par le modèle de qualité pour chaque carreau partiel sont; la largeur, la longueur, la pente et la profondeur minimale. Les trois premières valeurs sont mesurées sur les cartes topographiques et la dernière est mesurée sur le terrain. Ces données sont lues par le module de préparation des données physiographiques dans le fichier des données des rivières.

Ces données peuvent être compilées en utilisant la feuille de codification des données physiographiques des rivières (Annexe H).

Le fichier des données des rivières pourra facilement être créé en utilisant l'éditeur de données de CEQUEAU-ONU (Voir le Guide de l'utilisateur). On trouvera, dans ce fichier, les vecteurs suivant, dans l'ordre:

1) PHYRIV

Ces vecteurs obligatoires donnent les caractéristiques physiographiques de la rivière principale sur chaque carreau partiel.

2) EXECUTION

Ce vecteur qui termine obligatoirement le groupe des vecteurs PHYRIVIER.

Une description détaillée de chacun de ces vecteurs est donnée à l'Annexe C.

Si les données ne sont pas disponibles, le module de préparation des données physiographiques utilise des relations mathématiques pour les estimer. Ces équations ont été établies par régression en utilisant 2603 données de jaugeages en rivières pour 185 stations à travers le Québec. Les coefficients de corrélation des équations retenues sont de 0,939 pour la largeur et de 0,878 pour l'estimation de la profondeur minimale. Toutefois, ces équations satisfaisantes pour le Québec, devront être vérifiées pour d'autres régions. Les équations retenues sont:

$$\text{LARG}=0.49(\text{SURFAM})^{0.6}$$

$$\text{PROF}=0.0198(\text{SURFAM})^{0.53}$$

$$\text{LONG}=(\text{SURFCP})^{0.5}$$

où:

LARG:	Largeur du cours d'eau en mètre
SURFAM:	Surface en amont en km ²
PROF:	Profondeur minimum en mètre.
LONG:	Longueur du cours d'eau principal en km.
SURFCP:	Superficie du carreau partiel en km ²

2.4 Le traitement de préparation des données physiographiques

Le traitement de préparation des données physiographiques est utilisé pour former le fichier de données préparées (extension PBR) qui servira aux simulations de quantité et de qualité.

La Figure 2.1 montre les deux autres fichiers qui découlent de ce traitement. Le fichier précision du bassin versant (extension EBV) montre les superficies des sous-bassins calculés en comparaison avec les superficies réelles décrites à la section 2.5.5. Le fichier des erreurs d'exécution (extension ERP) est généré afin de donner un compte rendu de l'exécution du module de préparation des données physiographiques. Dans le cas d'une

préparation des données réussie, ce fichier contient le mot "SUCCES". Si le traitement ne s'est pas terminée normalement, il contient les messages d'erreur.

2.4.1 Messages d'erreurs

Le traitement de préparation des données physiographiques vérifie les données d'entrée et analyse les résultats. Selon les erreurs rencontrées, les messages suivants sont produits dans le fichier d'erreurs d'exécution (extension ERP):

2.4.1.1 Erreur de surface vecteur no "x"

Carreau entier "i-j"

où:

"x" est le xième vecteur de codification des données physiographiques et de drainage;

"i-j" sont l'abscisse et l'ordonnée du carreau entier.

Ce message indique que la somme des pourcentages des carreaux partiels appartenant à un carreau entier n'est pas égale à 100%.

L'exécution se poursuit suite à cette erreur. Il faudra cependant refaire la préparation des données avec le vecteur corrigé.

2.4.1.2 Erreur donnees physiographiques vecteur no "x"

Pourcentage de lac = "y"

Pourcentage de forêt = "z"

Pourcentage de marais = "r"

Carreau entier "i-j"

où:

"x" est le xième vecteur de codification des données physiographiques et de drainage;

"y", "z" et "r" sont les pourcentages de lac, de forêt et de marais du carreau entier "i-j".

La somme de "y", "z" et "r" doit être plus petite ou égale à 100%.

L'exécution se poursuit suite à cette erreur. Il faudra cependant refaire la préparation des données avec le vecteur corrigé.

2.4.1.3 Erreur de flèche vecteur no "x"

Carreau entier "i-j"

Une parcelle ne s'écoule pas dans une parcelle voisine

où :

"x" est le xième vecteur de codification des données physiographiques et de drainage;

"i-j" sont l'abscisse et l'ordonnée du carreau entier.

Ce message indique que l'écoulement d'un carreau partiel vers un autre est faux. Un carreau partiel doit s'écouler dans un carreau partiel situé dans l'un des huit carreaux entiers voisins ou dans un autre carreau partiel situé sur le même carreau entier.

L'exécution se poursuit suite à cette erreur. Il faudra cependant refaire la préparation des données avec le ou les vecteurs corrigés.

2.4.1.4 Erreur "x" entrées dans le carreau "y"

où:

"x" est le nombre de carreaux partiels entrant dans un carreau entier "y";

"y" donne les coordonnées du carreau entier sous la forme $(I \times 100) + J$, où il y a trop de carreaux partiels entrant.

Il ne peut y avoir plus de cinq entrées dans un carreau partiel.

L'exécution se poursuit suite à cette erreur. Il faudra cependant refaire la préparation des données avec les sorties des carreaux voisins corrigés de façon à limiter le nombre d'entrées à 5.

2.4.1.5 Erreur le carreau partiel "x" "y" "z" Déclaré comme exutoire n'existe pas

où:

"x", "y" et "z" sont les coordonnées I, J et le code (A à D) du carreau partiel de l'exutoire du bassin.

Ce message peut avoir deux origines distinctes:

- 1) erreur sur le vecteur donnant le I-J et le code du carreau partiel de l'exutoire;
- 2) absence du vecteur donnant les paramètres physiographique et de drainage du carreau I-J.

Cette erreur provoque l'arrêt de la préparation des données.

2.4.1.6 Erreur plus de "x" carreaux partiels

où:

"x" est le nombre maximal de carreaux partiels permis. Les dimensions actuelles de CEQUEAU-ONU permettent 2 500 carreaux partiels.

Cette erreur peut avoir deux causes distinctes:

- 1) le bassin versant étudié est très grand et il y a effectivement plus de 2 500 carreaux partiels;
- 2) le bassin versant a moins de 2 500 carreaux partiels, mais une mauvaise codification des sorties d'un ou de plusieurs carreaux partiels entraîne une boucle sans fin. Dans ce cas, il faut trouver les codifications en erreur et soumettre à nouveau la préparation des données.

Cette erreur provoque l'arrêt de la préparation des données.

2.4.1.7 Erreur plus de "x" carreaux entiers

où:

"x" est le nombre maximal de carreaux entiers permis. Les dimensions actuelles de CEQUEAU-ONU permettent 1 000 carreaux entiers.

Cette erreur peut avoir deux causes distinctes:

- 1) le bassin versant étudié est très grand et il y a effectivement plus de 1 000 carreaux entiers;
- 2) le bassin versant a moins de 1 000 carreaux entiers, mais une mauvaise codification des sorties d'un ou de plusieurs carreaux partiels entraîne une boucle sans fin. Dans ce cas, il faut trouver les codifications en erreur et soumettre à nouveau la préparation des données.

Cette erreur provoque l'arrêt de la préparation des données.

2.4.1.8 Erreur d'introduction des stations hydrometriques

Nombre de stations trouvées = "x"

Nombre de stations réelles NSTAT = "y"

Nombre de carreaux partiels = "z"

où :

"x" est le nombre de stations dont les coordonnées I-J et le code correspondent à un carreau partiel retenu comme faisant partie du bassin versant;

"y" est le nombre déclaré de stations sur le bassin versant, c'est-à-dire la station de l'exutoire et les N stations additionnelles du vecteur STASECNO;

"z" est le nombre de carreaux partiels retenus comme faisant partie du bassin versant étudié.

Cette erreur indique qu'au moins une station n'a pu être affectée à un carreau partiel retenu comme faisant partie du bassin versant. Afin de faciliter la détection de l'erreur, CEQUEAU-ONU liste tous les carreaux partiels retenus et les coordonnées I-J, ainsi que le code des stations.

Cette erreur provoque l'arrêt de la préparation des données.

2.4.1.9 Erreur plus de "x" stations météorologiques

où :

"x" est le nombre maximal de stations météorologiques permis. Les dimensions actuelles de CEQUEAU-ONU permettent 100 stations météorologiques.

Cette erreur provoque l'arrêt de la préparation des données.

2.5 Les données physiographiques préparées

Le fichier de données physiographiques (extension PBR), résultant de la préparation des données est formé de matrices qui seront utilisées par les modèles de simulations de quantité et de qualité CEQUEAU-ONU. La Figure 2.9 illustre la configuration produite pour ces données .

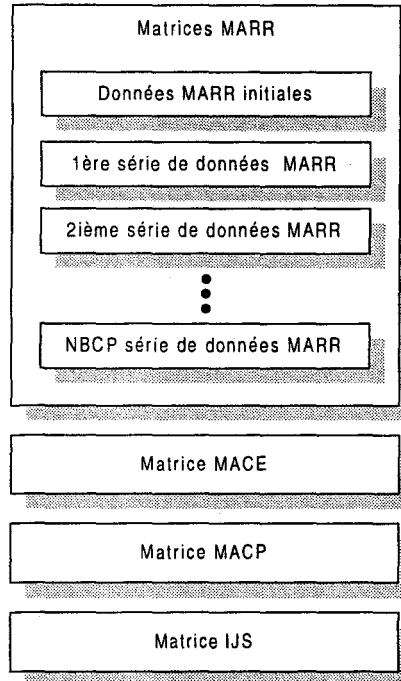


Figure 2.9 Schéma des matrices constituant le fichier des données physiographiques préparées (extension PBR).

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

Les termes MARR, MACE, MACP et IJS servent à désigner des séries de données.

2.5.1 Les matrices MARR

Les matrices MARR sont toujours dimensionnés à une ligne et 30 colonnes. Ils contiennent les données physiographiques et de drainage de chaque carreau partiel, sauf pour ce qui est des données MARR initial qui contient sur 3 lignes les informations générales du bassin versant étudié. La description de chaque élément de ces matrices est donnée à l'Annexe D.

2.5.2 La matrice MACE

La matrice MACE (MAtrice des Carreaux Entiers), dimensionnée à 1 000 lignes par 8 colonnes, contient les données pertinentes aux carreaux entiers. La matrice MACE est écrite et lue avec le nombre précis de carreaux entiers du bassin versant étudié, nombre qui doit être égal ou inférieur à 1 000.

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

2.5.3 La matrice MACP

La matrice MACP (MAtrice des Carreaux Partiels), dimensionnée dans les programmes actuels à 2 500 x 6, contient les données pertinentes aux carreaux partiels. Comme précédemment, cette matrice est écrite et lue avec le nombre précis de carreaux partiels du bassin versant étudié, nombre qui doit être égal ou inférieur à 2 500.

Dans le modèle CEQUEAU-ONU, la matrice MACP est dimensionnée à 2 500 x 5. La sixième colonne de la matrice n'est pas utilisée dans la version actuelle du modèle CEQUEAU-ONU.

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

2.5.4 La matrice IJS

La matrice IJS, dimensionnée à 100 x 9 dans les programmes actuels, contient les informations générales concernant les stations météorologiques disponibles dans la région du bassin versant étudié.

2.5.5 Précision du bassin versant calculé

Pour vérifier les résultats, le module de préparation des données physiographiques génère le fichier de précision du bassin versant (extension .EBV). On y trouve un tableau donnant les informations suivantes aux stations hydrométriques: les coordonnées I-J et le code de ces stations, le numéro d'affectation, c'est-à-dire le numéro du carreau partiel correspondant, les superficies des bassins versants réelles et calculées à chacune des stations et le pourcentage d'erreur. Si les pourcentages d'erreur sont faibles, nous pouvons supposer que la banque de drainage a été correctement formée. Si l'erreur est trop grande pour une ou plusieurs stations, il faut vérifier les codifications des données de drainage. Suivant la dimension du bassin versant et des instruments utilisés pour déterminer les surfaces de chaque carreau partiel, nous pouvons espérer un pourcentage d'erreur inférieur à 5%.

Le fichier des précision du bassin versant calculé ne sert qu'à vérifier que la superficie des bassins versants est bien calculée. Il n'est pas utilisé pour les simulations. Cependant, il est complété par l'information se retrouvant dans le fichier des données physiographiques préparées. Dans le cas où ces données doivent être consultées, il est préférable d'examiner le fichier des précision plutôt que le fichier des données physiographiques préparées car l'information y est présentée plus clairement.

2.5.6 Exemple des résultats du programme

2.5.6.1 Vérification de la précision du bassin versant calculé

Le Tableau 2.1 montre le début du fichier de précision du bassin versant (extension EBV) calculé pour l'exemple de la Figure 2.3. En première partie, on y trouve les informations se rapportant aux trois stations hydrométriques du bassin versant étudié. La dernière colonne de ce tableau nous donne l'erreur en pourcentage entre les superficies calculées et réelles de chaque bassin versant. Si cette erreur est trop grande pour un ou plusieurs bassins versants, il faut vérifier les codifications des sorties des carreaux partiels et soumettre à nouveau la préparation des données physiographiques. Si le bassin versant est grand et si le pourcentage de carreau partiel a été déterminé précisément, nous pouvons espérer une erreur inférieure à 5%. Dans cet exemple, le troisième bassin versant a une erreur de 5,77%, que nous acceptons, compte tenu de la dimension du bassin versant (13 km²).

2.5.6.2 Les données MARR

Le Tableau 2.1 montre les données MARR initial qui débute par le numéro 0 (premier chiffre à gauche). Ce vecteur donne les informations générales du bassin versant. Les quatre premiers éléments de ce vecteur indiquent que le bassin versant a 15 carreaux partiels et 9 carreaux entiers, que le chemin le plus long entre l'exutoire et l'amont du bassin est de 6 carreaux partiels, qu'il y a 3 stations hydrométriques, etc.

On trouve ensuite les 15 séries de données MARR, soit une par carreau partiel du bassin versant étudié. Ces séries de données sont numérotées (première colonne à gauche) de 1 à 15. Notons que ce numéro n'est pas écrit dans le fichier de données physiographiques préparées mais seulement dans le fichier des précisions, mais qu'il est nécessaire de le connaître pour définir certaines options du modèle CEQUEAU-ONU. Par exemple, le vecteur STATIONFIC (Section 4.2.1) des paramètres du modèle CEQUEAU-ONU permet de définir les numéros de carreaux partiels où l'on veut calculer les débits; ainsi, si nous voulons les débits à la sortie des carreaux partiels 11-11-C et 12-10-A, nous donnerons les numéros 5 et 14.

Tableau 2.1 Résultats de la préparation des données physiographiques: l'affectation des stations hydrométriques et les MARR (Début du fichier (extension EBV) des précisions du bassin versant calculé).

VECTEURS MARR																														
SUPERFICIE DES CARREAUX ENTIERS = 25.00																														
FACTEUR FACCAE= 4.000																														
NOMBRE DE VECTEURS LUS 9																														
AFFECTATION DES STATIONS HYDROMETRIQUES REELLES ET FICTIVES AUX CARREAUX PARTIELS																														
NO. P.C	STATION	ABCISSE I		ORDONNEE J		CARACTERE		NUMERO DU CARREAU				B.V.REEL		B.V.CALC		ERREUR EN														
	30291	10		12		B		1				155.40		153.75		-1.06														
	30294	10		12		D		2				67.60		64.50		-4.59														
	30283	11		10		B		13				13.00		13.75		5.77														
DONNÉES MARR INITIAL																														
0-	15	9	6	3	30291	30294	30283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
					1	2	13	0	0	0	0	0	0	4	0	2500	1													
15 SÉRIES DE DONNÉES MARR																														
1-	1012	B	50	10	12	0	2	3	0	0	0	1	3	50	0	605	0	0	0	0	0	0	615	460	0	180	47	10012	39850	0
2-	1012	D	20	10	12	1	4	0	0	0	0	1	3	50	0	605	0	0	0	0	0	0	258	168	0	123	47	10012	18024	0
3-	1112	B	85	11	12	1	5	6	7	0	0	2	1	47	0	660	0	0	0	0	0	0	307	142	0	57	52	11012	19326	0
4-	1011	B	65	10	11	2	8	9	10	0	0	3	1	60	0	658	0	0	0	0	0	0	238	108	0	123	39	10011	17024	0
5-	1111	C	25	11	11	3	0	0	0	0	0	4	1	68	1	703	0	0	0	0	0	0	25	25	0	25	30	11011	1700	0
6-	1111	D	32	11	11	3	11	0	0	0	0	4	1	68	1	703	0	0	0	0	0	0	127	32	0	32	30	11011	9011	0
7-	1212	A	70	12	12	3	0	0	0	0	0	5	0	66	0	710	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	34	12012	4620	0
8-	1010	A	40	10	10	4	0	0	0	0	0	6	0	75	0	746	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	25	10010	3000	0
9-	1111	A	3	11	11	4	12	0	0	0	0	4	1	68	1	703	0	0	0	0	0	0	38	3	0	38	30	11011	3004	0
10-	1111	B	40	11	11	4	13	0	0	0	0	4	1	68	1	703	0	0	0	0	0	0	95	40	0	85	30	11011	7120	0
11-	1211	A	85	12	11	6	14	0	0	0	0	7	0	71	0	740	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	29	12011	6835	0
12-	1110	A	35	11	10	9	0	0	0	0	0	8	0	80	1	781	0	0	0	0	0	0	35	0	0	35	19	11010	2800	0
13-	1110	B	45	11	10	10	15	0	0	0	0	8	0	80	1	781	0	0	0	0	0	0	55	0	0	45	19	11010	4400	0
14-	1210	A	10	12	10	11	0	0	0	0	0	9	0	80	0	800	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	12010	800	0
15-	1210	B	10	12	10	13	0	0	0	0	0	9	0	80	0	800	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	12010	800	0

Reprenons maintenant la Figure 2.7 en y ajoutant les numéro de carreaux partiels et entier pour obtenir la Figure 2.10.

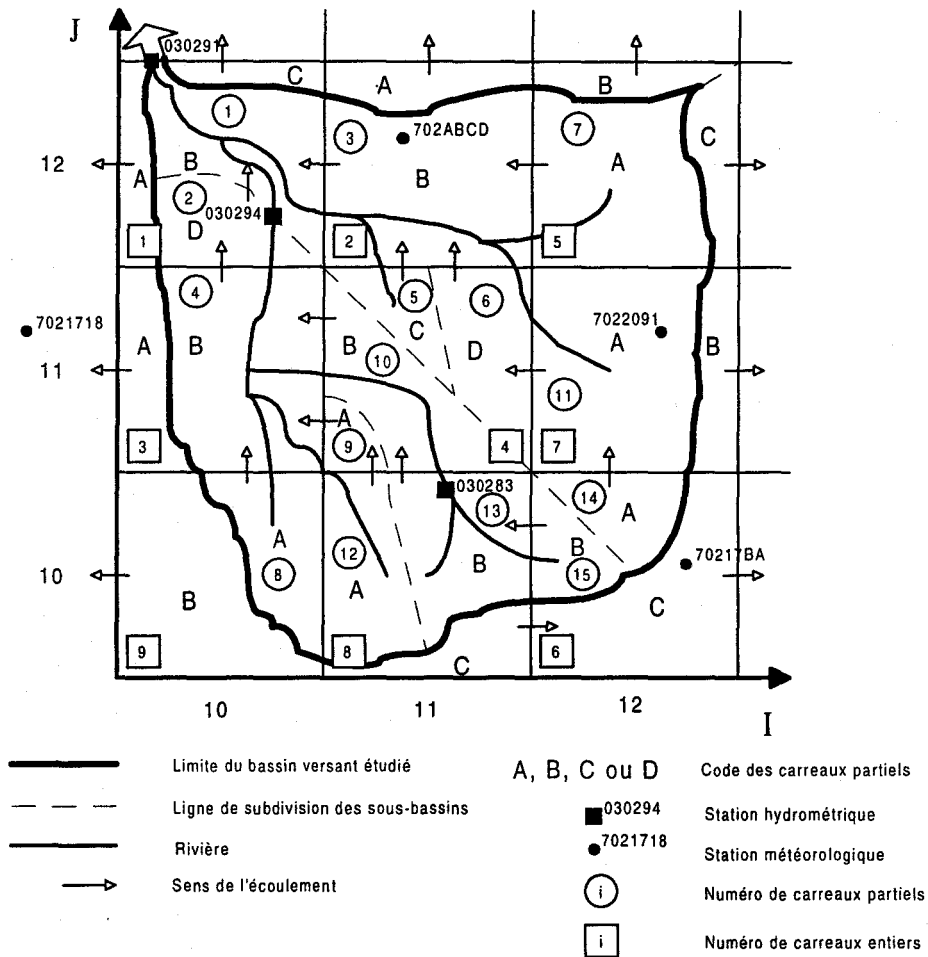


Figure 2.10 Numérotation des carreaux partiels et des carreaux entiers

Les chiffres encadrés sur la Figure 2.10 correspondent aux numéros des carreaux partiels de cet exemple. Ces numéros respectent un ordre bien précis. Par exemple, si l'on appelle carreau d'ordre 1 le carreau partiel qui s'écoule à l'exutoire, les carreaux d'ordre 2 ceux qui s'écoulent dans le carreau d'ordre 1, etc., nous obtenons les groupes suivants:

Ordre	Numéros de carreaux partiels
1	1
2	2 - 3
3	4 - 5 - 6 - 7
4	8 - 9 - 10 - 11
5	12 - 13 - 14
6	15

L'ordre maximal atteint nous donne le nombre de carreaux partiels qu'une goutte d'eau partant de l'amont du bassin versant doit traverser pour arriver à l'exutoire. Ce nombre est gardé dans le troisième élément du vecteur MARR initial.

De ce qui précède, nous pouvons déduire également que l'eau des carreaux partiels 8, 9, 10 et 11 doit transiter à travers quatre carreaux pour arriver à l'exutoire. Ces informations forment ce que l'on appelle les données de drainage. Le modèle CEQUEAU-ONU utilise ces données de drainage pour représenter le transfert de l'eau de l'amont vers l'aval. Le sixième élément de chaque série de données MARR indique le carreau partiel en aval dans lequel s'écoule le carreau considéré (la première colonne qui donne le numéro séquentiel n'est pas comptée, cette colonne n'existe pas dans le fichier (extension PBR) utilisé par le modèle). Ainsi, sur la dernière partie du Tableau 2.1, on voit que les carreaux partiels 2 et 3 s'écoulent dans le carreau partiel numéro 1. Le carreau partiel 15 s'écoule dans le carreau partiel numéro 13, etc.

Les éléments 7 à 11 des données MARR donnent l'information inverse, c'est-à-dire les carreaux partiels qui reçoivent le carreau considéré. Par exemple, nous voyons que le carreau partiel 1 reçoit les carreaux partiels 2 et 3, le numéro 2 reçoit le numéro 4, etc.

Le douzième élément des données MARR donne le numéro de carreau entier auquel appartient le carreau partiel.

Les autres éléments des données MARR représentent les caractéristiques physiques de chaque carreau partiel, et sont décrits à l'Annexe D.

2.5.6.3 La matrice MACE

La suite du fichier des précisions des données physiographiques est montrée au Tableau 2.2. La matrice MACE donne les caractéristiques de chaque carreau entier. Les colonnes 5, 6 et 7 ne sont pas utilisées par la version actuelle du modèle.

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

Tableau 2.2 Résultats de la préparation des données physiographiques: les matrices MACE, MACP et IJS (suite du fichier (extension PBR) des précisions du bassin versant calculé).

Matrice MACE							
STATION NUMERO		30291	NOMBRE DE CARREAUX ENTIERS		9		
MATRICE MACE							
MACE(J,1) =POURCENTAGE DES LACS							
MACE(J,2) =POURCENTAGE BOISE							
MACE(J,3) =POURCENTAGE EN MARECAGE							
MACE(J,4) =ALTITUDE MOYENNE EN METRES							
MACE(J,5) =RIEN							
MACE(J,6) =RIEN							
MACE(J,7) =RIEN							
MACE(J,8) =POURCENTAGE PAR RAPPORT AU CARREAU CONFORME							
1	3	50	0	605	0	0	100
2	1	47	0	660	0	0	100
3	1	60	0	658	0	0	100
4	1	68	1	703	0	0	100
5	0	66	0	710	0	0	100
6	0	75	0	746	0	0	100
7	0	71	0	740	0	0	100
8	0	80	1	781	0	0	100
9	0	80	0	800	0	0	100

Matrice MACP							
STATION NUMERO		30291	NOMBRE DE CARREAUX PARTIELS		15		
MATRICE MACP							
MACP(J,1) =POURCENTAGE DE LA PARCELLE							
MACP(J,2) =REFERENCE AU CARREAU ENTIER							
MACP(J,3) =POURCENTAGE TOTAL EN AMONT							
MACP(J,4) =POURCENTAGE TOTAL DES LACS EN AMONT							
MACP(J,5) =NOMBRE D ENTRES DANS LA PARCELLE							
MACP(J,6) =POURCENTAGE TOTAL DES MARECAGES EN AMONT							
1	50	1	615	460	2	180	
2	20	1	258	168	1	123	
3	85	2	307	142	3	57	
4	65	3	238	108	3	123	
5	25	4	25	25	0	25	
6	32	4	127	32	1	32	
7	70	5	70	0	0	0	
8	40	6	40	0	0	0	
9	3	4	38	3	1	38	
10	40	4	95	40	1	85	
11	85	7	95	0	1	0	
12	35	8	35	0	0	35	
13	45	8	55	0	1	45	
14	10	9	10	0	0	0	
15	10	9	10	0	0	0	

Matrice IJS							
STATIONS METEOROLOGIQUES DISPONIBLES							
NO	NOM	NO. PRO.	NO. FED.	LAT	LONG	I	J
ALT	PREC.						
1	STATION AA	480	7021718	7130	4520	9	11
520	820						
2	STATION BB	740	70217BA	7128	4519	12	10
560	980						
3	STATION CC	470	7022091	7127	4520	12	11
620	688						
4	STATION DD	238	702ABCD	7124	4522	11	12
528	772						

2.5.6.4 La matrice MACP

La matrice MACP, qui contient les informations relatives aux carreaux partiels, est montrée au Tableau 2.2. Nous remarquons, en particulier, la cinquième colonne qui donne le nombre d'entrées dans le carreau partiel. Avec les valeurs de cette colonne et compte tenu de la structure précise des carreaux partiels, nous pouvons reconstituer l'écoulement d'un carreau partiel à un autre, en commençant par l'exutoire. Cette matrice est écrite à la suite de la matrice MACE.

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

2.5.6.5 La matrice IJS

La matrice IJS, listée au Tableau 2.2, donne les informations des stations météorologiques disponibles dans la région étudiée. Cette matrice est écrite à la suite de la matrice MACP. Les modules de simulation de quantité et de qualité de CEQUEAU-ONU lisent cette matrice et l'écrivent au début du fichier des résultats mais ne l'utilisent pas, car pour les calculs, les caractéristiques des stations sont tirées du fichier des paramètres du modèle (extension PAH). Il est possible ainsi d'utiliser des stations météorologiques non définies dans la matrice IJS sans être obligé de refaire la préparation des données physiographiques.

La description des colonnes de cette matrice est donnée à l'Annexe D.

3

PRÉPARATION DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES

En plus du fichier des données physiographiques préparées, les simulations de quantité et de qualité nécessitent un fichier constitué des données hydrométriques et des données météorologiques préparées pour la période de simulation considérée (extension HMC). Le traitement servant à la préparation de ce fichier tire ses directives du fichier des stations (extension DHM) afin de recueillir et d'organiser les données contenues dans la base de données. La Figure 3.1 montre la structure détaillée de la préparation des données hydrométriques et météorologiques.

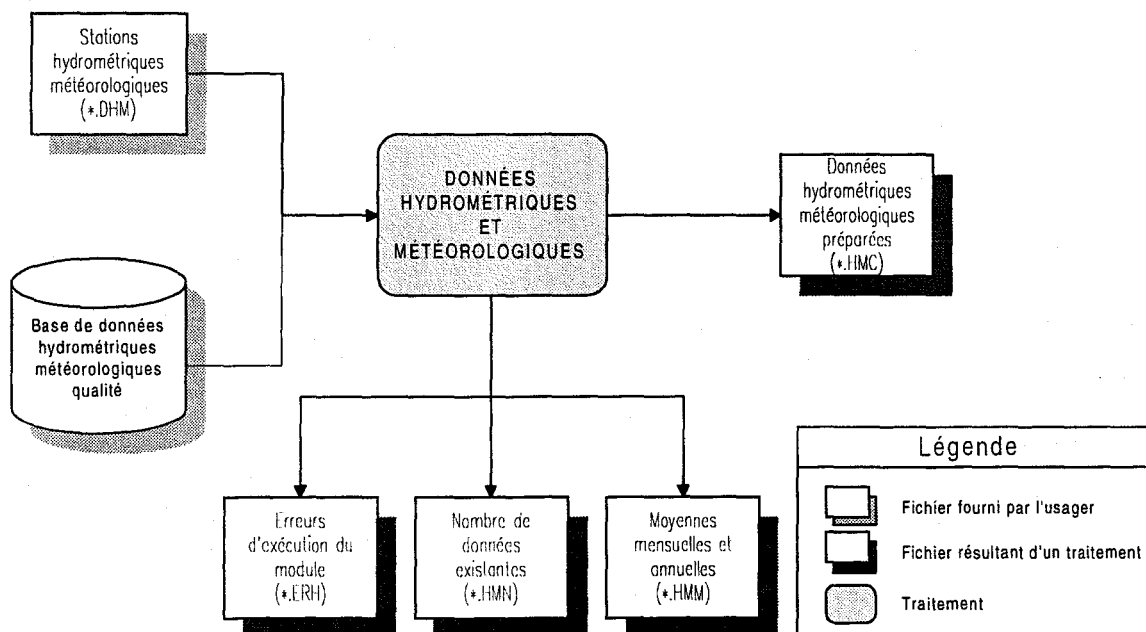


Figure 3.1 La préparation des données hydrométriques et météorologiques

3.1 Le fichier des stations hydrométriques et météorologiques

Le pas de temps des données que l'on veut obtenir dans le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées est la journée. On utilise normalement pour caler le modèle, de trois à cinq ans de données, bien que parfois on est contraint d'utiliser qu'une seule année. Il est possible d'utiliser jusqu'à 30 stations météorologiques et 10 stations hydrométriques (où il peut exister des barrages). En pratique, un minimum de trois stations météorologiques et d'une station hydrométrique est nécessaire.

On utilise généralement l'éditeur de données de CEQUEAU-ONU (voir Guide de l'utilisateur) afin de créer le fichier des stations. On trouvera, dans ce fichier, les vecteurs suivants, dans l'ordre:

1) **DHM1GEN**

Vecteur obligatoire donnant l'année de début et de fin de la banque de données à créer.

2) **REPMETEO**

Vecteur obligatoire donnant le nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données météorologiques.

3) **REPHYDRO**

Vecteur obligatoire donnant le nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données hydrométriques.

4) **STAMET1**

Vecteur obligatoire donnant les informations générales sur les numéros des stations et les noms des fichiers des données météorologiques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données.

5) **STAMET2...STAMET30**

Vecteurs induits donnant les informations générales sur les numéros des stations et les noms des fichiers des données météorologiques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données.

6) **STADEB1**

Vecteur obligatoire donnant les informations générales sur la station et le nom du fichier des données hydrométriques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données. Si la station est un barrage de code 1 il faut aussi donner le numéro de station donnant les niveaux d'eau dans le barrage et le nom du fichier contenant ces données.

7) STADEB2...STADEB10

Vecteurs induits donnant les informations générales sur la station et le nom du fichier des données hydrométriques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données. Si la station est un barrage de code 1 il faut aussi donner le numéro de station donnant les niveaux d'eau dans le barrage et le nom du fichier de ces données.

8) EXECUTION

Vecteur obligatoire qui termine le groupe de vecteurs.

Une description détaillée de chacun de ces vecteurs est donnée à l'Annexe E.

3.2 La base de données hydrométriques et météorologiques

L'information qui servira à la préparation du fichier des données hydrométriques et météorologiques est contenue dans une base de donnée. Cette dernière peut faire partie d'un système de gestion de base de données (SGBD) ou être simplement constituée de fichiers. Nous donnons ici une description de la structure des banques de données consistant en une série de fichiers. Rappelons que c'est à partir de l'information sur les périodes et les stations, fournie dans le fichier des stations (extension DHM), que le module de préparation des données pourra tirer de cette banque l'information appropriée afin de constituer le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées.

3.2.1 Données météorologiques

Les fichiers de données météorologiques contiennent les informations suivantes:

- température maximale de l'air, en degrés Celsius;
- température minimale de l'air, en degrés Celsius;
- précipitation liquide, en dixièmes de millimètres;
- précipitation solide (neige), équivalent en dixièmes de millimètres (optionnel).

Un fichier de données météorologiques donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,A7,I5), puis, les vecteurs de 366 valeurs fournissant les températures maximum, minimum la pluie et s'il y a lieu, la neige. Le format est de (24I5) le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile la soixantième valeur du vecteur est un code pour manque de données, soit -990 pour les températures et -10 pour les précipitations. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année.

3.2.2 Données hydrométriques

Les fichiers des données de débit contiennent les informations suivantes:

- numéro de station;
- année correspondante;
- débits moyens journaliers en m³/s.

Un fichier des débits donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (4X,I6,I5) suivi d'un vecteur de 366 valeurs qui fournit les débits journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles et peut débuter et finir à n'importe quelle année. Le format est de (8F10.2). Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile, la soixantième valeur du vecteur est un code pour manque de données, soit -1.0 pour les débits.

Les fichiers des données de niveau (utilisées si des barrages sont considérés) contiennent les informations suivantes:

- numéro de station;
- année correspondante;
- niveaux moyens journaliers en m.

Le fichier des niveaux donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (4X,I6,I5) suivi d'un vecteur de 366 valeurs fournissant les niveaux journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles et peut débuter et finir à n'importe quelle année. Le format est 8F10.2. Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile, la soixantième valeur du vecteur est un code pour manque de données, soit -1.0 pour les niveaux.

3.3 Le traitement des données hydrométriques et météorologiques

Le fonctionnement du traitement de préparation des données hydrométriques et météorologiques est simple: les données hydrométriques et météorologiques sont lues dans la banque de données et, s'il y a concordance de l'année et du numéro de station avec l'un de ceux que l'on a spécifiés dans le fichier des stations, les données servent alors à constituer le fichier des données préparées. Lorsqu'il y a absence de données, les séries de températures et de précipitations sont complétées. Dans les deux cas, on utilise les moyennes des autres stations pour compléter les manques de données.

Il est possible d'utiliser jusqu'à 100 stations météorologiques et 10 sous-périodes différentes.

La Figure 3.1 montre également trois autres fichiers qui découlent de ce traitement. Le fichier du nombre de données existantes (extension HMN) permet d'identifier les périodes manquantes dans les fichiers de la banque de donnée en indiquant, de façon mensuelle et annuelle, la quantité de données qui a été soutirée. Ces données auront été comblées dans le fichier de données préparées, selon la méthode décrite précédemment.

Un autre fichier (extension HMM) donne les moyennes mensuelles et annuelles des températures maximales et minimales de l'air ainsi que des précipitations liquides et solides, en considérant les données existantes et celles qui ont été comblées.

Finalement, le fichier des erreurs d'exécution (extension ERH) est généré afin de donner un compte rendu de l'exécution du module de préparation des données hydrométriques et météorologiques. Dans le cas d'une préparation des données réussie, ce fichier contient le mot "SUCCES". Si le traitement ne s'est pas terminé normalement, il contient les messages d'erreurs.

Un fichier intermédiaire portant l'extension HM (non montré à la Figure 3.1), est également produit. Il contient les données hydrométriques et météorologiques préparées, les données manquantes n'y ayant pas encore été comblées. Ce fichier n'est pas utilisé lors des simulations et peut être supprimé sans danger.

3.4 Les données hydrométriques et météorologiques préparées

Les informations hydrométriques et météorologiques sont écrites dans le fichier des données préparées (extension HMC) sous la forme d'une matrice selon l'ordre illustré à la Figure 3.2 et décrit plus loin.

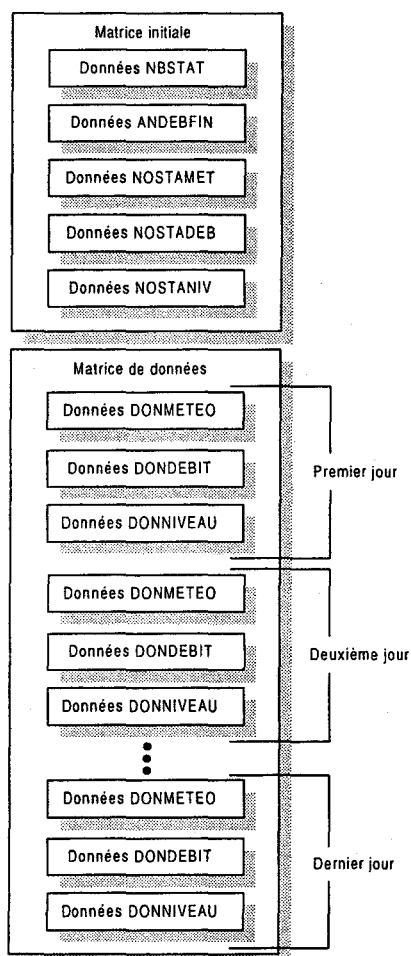


Figure 3.2 Schéma des matrices constituant le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC).

3.4.1 La matrice initiale

La matrice initiale donne des informations générales sur les stations météorologiques et hydrométriques et la période de la banque créée. La description détaillée de chaque élément de cette matrice est donnée à l'Annexe F.

3.4.1.1 Données générales NBSTAT

Cette série de données est dimensionnée à une ligne de cinq informations spécifiant le nombre de stations météorologiques, hydrométriques et de niveaux considérées, et le code de précipitation solide.

3.4.1.2 Données de période ANDEBFIN

Cette série de données est dimensionnée à une ligne de deux informations, soit les années de début et de fin des données météorologiques préparées.

3.4.1.3 Données des stations météorologiques NOSTAMET

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes donnant les numéros des stations météorologiques utilisées pour la préparation des données.

3.4.1.4 Données des stations de débits NOSTADEB

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes et contient les numéros des stations hydrométriques utilisées.

3.4.1.5 Données des stations avec barrage NOSTANIV

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes et contient les numéros des stations donnant les niveaux journaliers des réserves d'eau pour les stations avec barrages réels (Section 4.3.4). S'il n'y a pas de station avec barrages réels, cette série de données n'existe pas.

3.4.2 La matrice de données

A la suite des données décrites précédemment, on retrouve un premier groupe de trois séries de données donnant respectivement les données météorologiques, hydrométriques et les niveaux d'eau dans les barrages de code 1. Puisque chaque groupe présente de l'information journalière, on retrouve donc un groupe de ces trois séries de données pour chaque jour de données dans la période considérée, soit de l'année NAD à NAF. La première série de données DONMETEO fournit les températures maximales et minimales de l'air, les précipitations liquides et s'il y a lieu solides de toutes les stations météorologiques. La seconde série de données DONDEBIT fournit les débits journaliers aux stations hydrométriques. Les niveaux journaliers des réserves d'eau s'il existe des barrages réels ($NNIVO > 0$), sont fournis sur la série de données DONNIVEAU. S'il n'y a pas de stations avec barrage réel, la série de données DONNIVEAU n'existe pas.

Le fichier doit être créé de manière à ce que le premier jour de données soit un premier janvier. Si les données ne sont pas disponibles à cette date, on utilisera des séries de données de même longueur dont tous les éléments sont mis à zéro. Toutes les années de la période que l'on désire préparer doivent avoir 365 ou 366 groupes de trois séries de données. Seule la dernière année peut en avoir un nombre inférieur à 365. Dans l'ordre, les séries de données qui suivent forment un groupe représentant l'information pour une journée. La description détaillée de chaque élément de ces données est présentée à l'Annexe F.

3.4.2.1 Données météorologiques DONMETEO

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes pour contenir les données de chaque station météorologique: les températures maximale et minimale de l'air en dixième de degré Celsius et les précipitations liquides et s'il y a lieu solides en dixième de millimètres d'équivalent en eau.

3.4.2.2 Données hydrométriques DONDEBIT

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes et donne les débits à chaque station hydrométrique, en mètres cube par seconde.

3.4.2.3 Données hydrométriques DONNIVEAU

Cette série de données est dimensionnée à une ou plusieurs lignes et donne les niveaux d'eau en mètre pour les stations hydrométriques avec barrage réel. S'il n'y a pas de station avec barrage réel, cette série de données n'est pas écrite.

3.5 Exemples de données météorologiques et hydrométriques préparées

Pour illustrer la formation du fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées, considérons les cas suivants:

Exemple 1: Dix stations météorologiques, 8 stations hydrométriques et 0 barrage de code 1. La banque est préparée pour les années 1972 à 1975, mais on ne montre ici que les trois premiers jours. Dans ce cas, comme il n'y a pas de station avec barrage réel, les séries de données NOSTANIV et DONNIVEAU n'existent pas.

```
-----
      40      10      8      0      0
      1972. 1975.
7021918702230670233127024263702462370246247027372702780070278027028906
30234. 30253. 30242. 30238. 30254. 30243. 30277. 30239.
-44 -17 -22 6 -6 -17 22 -10 -11 -6-344-228-333-289-289-233-261-278-272-256
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
8.49 0.28 1.54 0.74 0.00 0.00 0.00 4.25
0 0 6 6 0 6 0 2 0 0 -72 -78 -67 -67 -44 -78 -72 -68 -61 -72
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 160 86 76 152 51 79 43 107 122 112
7.79 0.25 1.44 0.71 0.00 0.00 0.00 3.96
0 -33 -11 -22 -6 -22 6 -15 -11 -33 -28 -56 -44 -50 -50 -44-117 -54 -39 -56
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 25 0 0 0
7.36 0.24 1.39 0.68 0.00 0.00 0.00 3.68
-----
```

Exemple 2: Douze stations météorologiques sans précipitation solide, 10 stations hydrométriques dont 4 sont des barrages de code 1, soient les stations 4, 6, 7 et 8. Notez que les niveaux journaliers des réserves des barrages doivent respecter l'ordre des stations hydrométriques. La banque est préparée pour les années 1975 à 1982, mais on ne montre ici que les trois premiers jours.

```

-----
      48      12      10      4      1
1975. 1982.
70131007018564706CP097063560707045170704547070595707424070758007077570
70913057094275
50100. 50133. 50115. 50120. 50114. 50102. 50112. 50122. 50119. 50135.
  0.    0.    0. 50120. 0. 50102. 50112. 50122. 0. 0.
-30 -30 -30 -40 -30 -30 -30 -20 -30 -30 -30 -30-120 -70 -90 -90 -90 -90 -80
-90 -90 -90 -90 0 0 0 0 0 0 0 0 13 5 0 0
  0.00 782.00 719.00 75.60 578.00 53.50 535.00 456.00 13.00 18.70
  0.00 0.00 0.00 355.73 0.00 366.47 275.38 404.31 0.00 0.00
-60 -40 -77 -90 -77-120 -77 -60 -90 -77 -77 -77-120-110-142-180-142-180-142 -90
-170-142-142-142 0 0 0 0 0 0 0 0 0 15 0 0
  0.00 731.00 677.00 75.30 580.00 53.20 496.00 456.00 12.70 18.30
  0.00 0.00 0.00 355.68 0.00 366.42 0.00 404.28 0.00 0.00
-40 -30 -58 -70 -58 -90 -58 -50 -70 -58 -58 -58-190-160-177-220-177-160-177-210
-120-177-177-177 0 0 0 0 0 0 0 76 66 103 0 0
  0.00 776.00 733.00 75.00 657.00 53.00 600.00 456.00 12.50 18.00
  0.00 0.00 0.00 355.64 0.00 366.36 0.00 404.25 0.00 0.00
-----

```



4

SIMULATION DE QUANTITÉ

Le modèle hydrologique CEQUEAU-ONU est un modèle déterministe matriciel d'usage souple, qui prend en compte les caractéristiques physiques du bassin versant ainsi que leurs variations dans l'espace et dans le temps. Ceci est rendu possible par le découpage du bassin versant en "carreaux entiers" et en "carreaux partiels". Ce découpage en surfaces élémentaires facilite l'utilisation de la télédétection pour définir certaines caractéristiques physiographiques comme le couvert végétal, le réseau de drainage, etc. Il permet aussi, par exemple, la comparaison entre le retrait du manteau nival simulé par le modèle et observé par télédétection. Le modèle CEQUEAU-ONU permet de calculer les débits aussi bien aux points de jaugeage qu'en n'importe quel autre endroit. Il offre la possibilité de simuler l'existence de réservoirs artificiels et de prendre en compte les variations spatio-temporelles des caractéristiques physiographiques.

Le modèle compte deux parties principales visant à décrire le mieux possible l'écoulement de l'eau vers l'exutoire d'un bassin versant. La première partie concerne l'écoulement vertical de l'eau, dont les principaux phénomènes sont la pluie, la fonte de neige, l'évapotranspiration, l'infiltration et le jeu des réserves superficielles et profondes. On désigne cette première partie par le terme "fonction de production" et elle est calculée sur chaque carreau entier. La deuxième partie concerne le transfert de l'écoulement dans le réseau de drainage. Les processus compris dans cette partie tiennent compte de l'influence des lacs, des marécages et des ouvrages artificiels tels que barrage, détournement, etc. On désigne cette partie par le terme "fonction de transfert" et elle s'effectue à l'aide des carreaux partiels.

De façon générale, on a tenté autant que possible de relier le comportement hydrologique des bassins versants étudiés aux caractéristiques physiographiques locales. Ces caractéristiques sont contenues dans la banque de données décrite au chapitre 2. En plus de la physiographie de chaque carreau entier, cette banque contient les informations concernant le drainage superficiel. Une autre banque de données, décrite au chapitre 3 contient les données météorologiques et hydrométriques aux stations disponibles dans la région étudiée.

Précisons enfin que le modèle CEQUEAU-ONU utilise exclusivement le système d'unités métriques: altitudes et cotes en mètres, précipitations et lames d'eau en millimètres, températures en degrés Celsius, débits en mètres cubes par seconde. Ce système est utilisé autant pour les entrées-sorties que pour les calculs internes.

La structure du traitement de simulation de quantité du modèle CEQUEAU-ONU est montrée à la Figure 4.1.

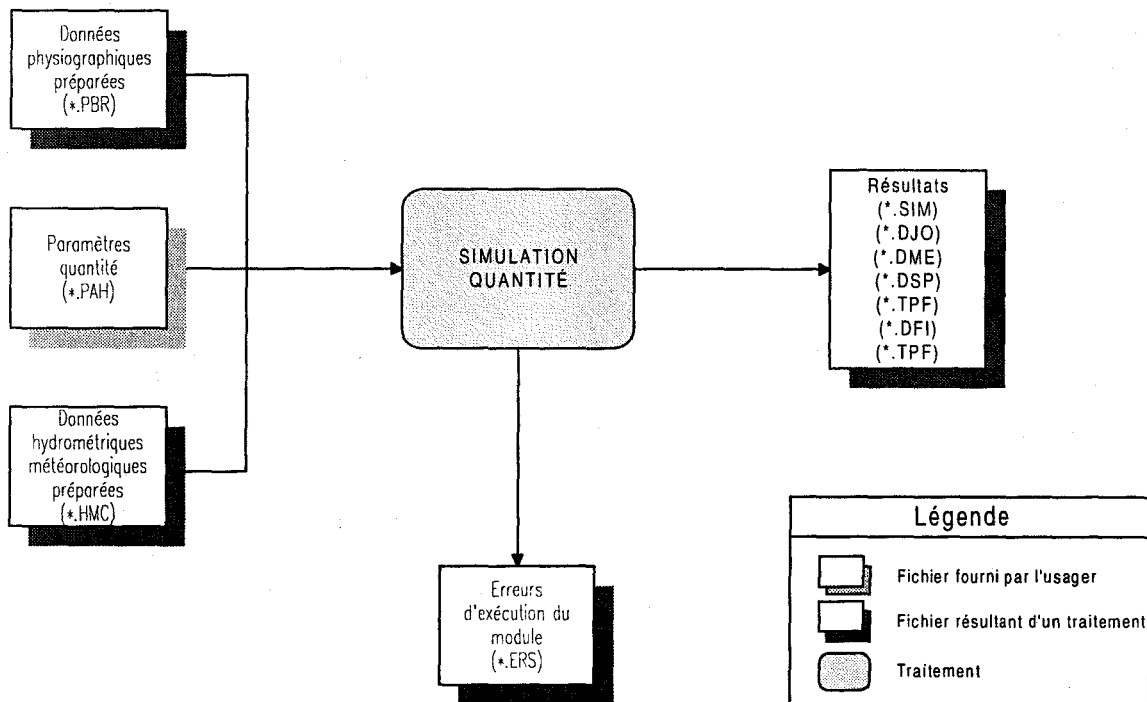


Figure 4.1 La simulation de quantité

4.1 Les données météorologiques

La fonction de production, qui est évaluée sur chaque carreau entier et à chaque jour, nécessite, en plus des données physiographiques, les données météorologiques journalières suivantes: précipitations solide et liquide, températures maximale et minimale de l'air. Ces données, qui ne sont disponibles qu'à un nombre restreint de stations météorologiques, doivent être interpolées pour en estimer la valeur à chaque carreau entier. Pour les températures comme pour les précipitations, le modèle tient compte de la position (I-J) des stations pour l'interpolation. On peut donc exclure une station de qualité douteuse ou limiter son influence en changeant artificiellement la position de cette station à l'aide des variables I-J lues sur les vecteurs obligatoires POSTEMETEO du fichier des paramètres (extension PAH).

4.1.1 Interpolation des températures

Le modèle utilise la température moyenne de l'air sur chaque carreau entier pour déterminer l'évapotranspiration, la fonte de neige et la nature solide ou liquide de la précipitation. On suppose qu'une bonne approximation de cette température est la moyenne des températures maximale et minimale journalières.

A partir des températures journalières aux stations, trois options sont possibles pour calculer les valeurs à chaque carreau entier:

a) Par régression

On détermine à chaque jour les termes d'une relation linéaire entre la température moyenne de l'air et l'altitude des stations météorologiques. Une fois cette relation connue, on en déduit la température moyenne sur le carreau à partir de son altitude. Cette méthode de calcul donne de bons résultats si le nombre de stations est suffisant pour que la relation entre la température moyenne de l'air et l'altitude soit significative.

b) Par polygones de Thiessen

Cette méthode consiste à affecter à chaque carreau entier la station météorologique la plus proche. La température sur le carreau entier est égale à la température de la station qui lui est affectée, corrigée d'une valeur qui dépend du gradient thermique et de la différence d'altitude entre ce carreau et la station. Le gradient thermique doit être calculé à l'extérieur du modèle à l'aide des températures des stations météorologiques de la région. Le gradient thermique est donné à l'aide de la variable COET du vecteur obligatoire SOL3 du fichier des paramètres de simulation de quantité.

c) Par pondération

Dans ce cas, le calcul de la température moyenne d'un carreau entier est fait en utilisant les températures maximales et minimales des trois stations météorologiques les plus proches, affectées d'un facteur de pondération qui dépend des distances entre le carreau entier et les stations. Les facteurs de pondération sont déterminés pour chaque carreau entier au début du programme et à chaque fois qu'il y a changement aux stations météorologiques. Ils sont calculés de la façon suivante:

$$VT = \frac{1}{1/D_1 + 1/D_2 + 1/D_3}$$

$$F1 = VT/D_1 \quad (4,1)$$

$$F2 = VT/D_2$$

$$F3 = VT/D_3$$

où :

D_1, D_2, D_3 : distances entre le carreau entier et les trois stations les plus proches;

VT : variable temporaire;

$F1, F2, F3$: facteurs de pondération des trois stations les plus proches.

Ce mode de calcul permet d'obtenir des facteurs de pondération dont la somme est égale à 1, et qui varient inversement avec la distance. Notons que les distances entre carreaux entiers et stations météorologiques sont calculées à l'aide des coordonnées I-J des stations météorologiques qui ont été lues sur les vecteurs POSTEMETEO du fichier des paramètres (extension PAH). Les températures ainsi calculées sont corrigées, comme précédemment, d'une valeur qui dépend du gradient thermique suivant la différence d'altitude entre le carreau entier et la moyenne d'altitude des trois stations utilisées.

Le choix entre les méthodes d'interpolation est fait en fonction de la variable NTEMP du vecteur obligatoire OPTION et de la valeur du paramètre COET du vecteur obligatoire SOL3. Ainsi:

- si $NTEMP = 1$ et $COET = 0$, les températures sont calculées par régression;
- si $NTEMP = 1$ et $COET \neq 0$, les températures sont calculées par le polygone de Thiessen et corrigées en fonction de COET. Si on a un gradient COET égal à zéro et on ne veut pas faire l'estimation par régression, on donne dans ce cas une valeur très faible à COET (Ex.: $COET = 0.001$) pour que le modèle choisisse la méthode polygone de Thiessen;
- si $NTEMP = 3$, COET peut être différent ou égal à zéro. La méthode de pondération des températures ($NTEMP = 3$) peut être utilisée seulement si l'on emploie la même méthode pour les précipitations.

4.1.2 Interpolation des précipitations

Les précipitations solides et liquides sont nécessaires sur chaque carreau entier pour y effectuer le bilan journalier des réserves d'eau. A partir des précipitations journalières mesurées aux stations météorologiques, deux options sont possibles pour calculer les précipitations sur chaque carreau entier:

a) Par polygones de Thiessen

Cette méthode consiste à affecter à chaque carreau entier la station météorologique la plus proche. La précipitation sur le carreau entier est égale à la précipitation de la station qui lui est affectée, corrigée d'une valeur qui dépend du gradient pluviométrique

et la différence d'altitude entre ce carreau et la station. Le gradient pluviométrique doit être calculé à l'extérieur du modèle à l'aide des précipitations annuelles des stations météorologiques de la région. Le gradient pluviométrique est donné à l'aide de la variable COEP du vecteur obligatoire SOL3.

b) Par pondération

Le calcul de la précipitation sur chaque carreau entier est fait en utilisant les précipitations des trois stations météorologiques les plus proches, affectées d'un facteur de pondération. Les facteurs de pondération sont les mêmes que ceux calculés précédemment dans le cas des températures.

Les précipitations ainsi calculées sont corrigées, comme précédemment, d'une valeur qui dépend du gradient pluviométrique et de la différence d'altitude entre le carreau entier et la moyenne des altitudes des trois stations utilisées.

Les précipitations calculées par polygones de Thiessen ou par pondération, comme on l'a vu précédemment, peuvent ne pas être représentatives sur un ou plusieurs sous-bassins, par exemple, si les stations météorologiques utilisées sont éloignées du bassin versant étudié. Le modèle CEQUEAU-ONU permet de modifier les précipitations par un facteur qui peut varier d'une zone (ensemble de carreaux entiers) à l'autre.

Déterminer les valeurs exactes de ces facteurs peut être assez délicat. Il convient, en plus, de s'assurer que l'emploi de ces facteurs n'est pas rendu nécessaire parce que d'autres paramètres du modèle sont mal ajustés. Supposons, par exemple, que les valeurs des paramètres reliés à l'évaporation sont mal ajustées et conduisent à une sous-estimation de l'évaporation; l'emploi de facteurs réduisant les hauteurs de précipitations sur le bassin versant permettrait artificiellement de mieux fermer le bilan annuel sans que pour cela les paramètres du modèle soient mieux ajustés. On "corrigerait" alors une erreur par une autre erreur.

La procédure recommandée est d'ajuster tout d'abord le modèle sur toute la période de calage, sans utiliser ces facteurs. Si l'écart entre le débit moyen annuel observé et le débit moyen annuel calculé sur l'ensemble de la période de calage est systématiquement positif ou négatif sur un bassin et que l'on s'est auparavant assuré que tous les termes du bilan hydrologique (en particulier l'évaporation) sont bien estimés, on peut supposer que l'on sous-estime ou surestime les précipitations moyennes réelles sur ce bassin. Il convient alors de multiplier les précipitations estimées sur le bassin par un facteur supérieur ou inférieur à 1, pour obtenir des précipitations plus représentatives et ainsi des débits calculés qui ne présentent plus d'écart systématique par rapport aux débits observés.

Notons que ces facteurs sont fixés pour toute la période de simulation pendant laquelle les mêmes stations météorologiques sont utilisées. S'il y a un changement dans la répartition des stations météorologiques utilisées, de nouveaux facteurs doivent être attribués. Par ailleurs, si la période pendant laquelle les données sont disponibles pour le

calage du modèle est courte (un ou deux ans), il est à déconseiller d'introduire des corrections aux précipitations.

Les corrections désirées peuvent être apportées aux précipitations si le paramètre KPREC, lu sur le vecteur OPTION du fichier des paramètres de simulation de quantité, est égal à 1. Dans ce cas, au moins un vecteur induit CORPREC doit être lu après les vecteurs obligatoires POSTEMETEO. Les vecteurs induits CORPREC contiennent les facteurs de correction que l'on désire utiliser sur un ou plusieurs ensembles de carreaux entiers.

4.2 Fonction de production

La fonction de production a pour but de représenter de manière simple, mais réaliste, les différentes voies que suivra l'eau atmosphérique entre le moment où elle atteint le sol et celui où elle rejoint la rivière. L'origine de l'alimentation en eau atmosphérique du bassin versant est la pluie ou la neige. L'eau provenant des pluies est en principe immédiatement disponible pour les opérations de transformation conduisant aux débits. Pour la neige, il est nécessaire de définir, en outre, un modèle de fonte.

Quelle que soit l'origine de l'eau atmosphérique entrant dans un carreau, avant sa mise en disponibilité pour l'écoulement vers l'exutoire, elle sera soumise à divers processus qui auront une influence directe sur la formation de l'onde d'écoulement.

Ces processus sont schématisés dans le modèle CEQUEAU-ONU par la présentation du sol sous forme de réservoirs communiquant entre eux à l'aide de relations mathématiques reproduisant, à l'échelle journalière, les différents transferts de masse (Figure 4.2).

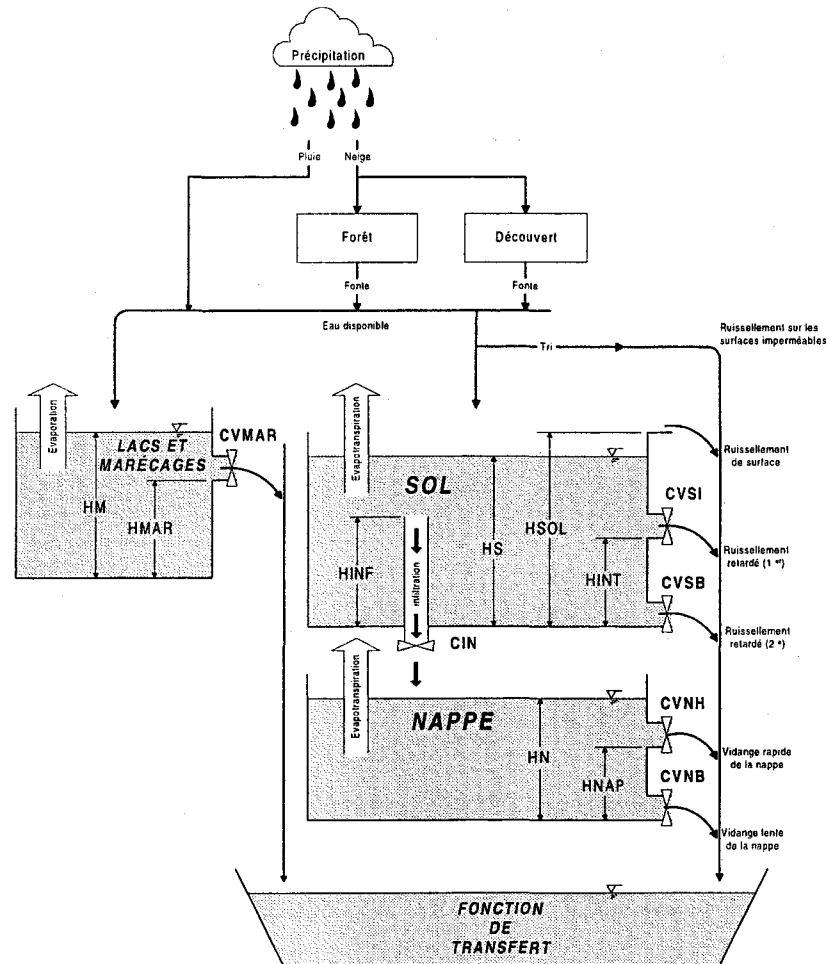


Figure 4.2 Schéma de production du modèle CEQUEAU-ONU

Ces relations mathématiques ont pour but de reproduire les différentes composantes du bilan hydrologique qui sont:

- formation et fonte du stock de neige;
- évaporation et évapotranspiration;
- eau dans la zone non saturée;
- eau dans la zone saturée;
- eau dans les lacs et marécages.

Précisons que le bilan hydrologique est effectué sur chaque carreau entier et à chaque jour.

Les unités utilisées sont les millimètres pour la pluie, l'eau dans les réservoirs ou l'équivalent en eau de la neige, et les degrés Celsius pour les températures.

4.2.1 Les paramètres et constantes du modèle CEQUEAU-ONU

La schématisation du sol sous forme de différents réservoirs (Figure 4.2, 4.3) est conçue de façon à permettre la simulation de régimes très différents. Toutefois, si le régime est simple, on peut alléger cette schématisation en n'utilisant pas certains orifices. Ceci limite le nombre de paramètres nécessaires et facilite l'ajustement du modèle.

Le terme paramètre peut signifier:

- a) un paramètre proprement dit, uniquement déterminé par essai et erreur;
- b) un paramètre déterminé en relation avec la physique du phénomène. Il est fixé par des études extérieures au modèle. C'est le cas, par exemple, des paramètres de fonte de neige.

Une constante est déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques du bassin versant étudié (ex.: latitude moyenne, temps de concentration du bassin, etc.).

La liste des paramètres et constantes (Tableau 4.1) utilisés par le modèle CEQUEAU-ONU est donnée suivant les différentes parties du cycle hydrologique dans lesquelles ils interviennent. Nous les avons qualifiés suivant leur type.

L'ajustement de ces paramètres lors du calage du modèle se fait normalement en analysant les résultats des simulations précédentes et en modifiant un nombre limité de paramètres par essai, puisqu'ils ne sont pas indépendants les uns des autres.

4.2.2 Formation et fonte du stock de neige

La première étape de la fonction de production dans le modèle CEQUEAU-ONU consiste à calculer la hauteur d'eau disponible, au niveau du sol, sur chaque carreau entier. Cette eau peut avoir deux origines: l'eau de pluie ou l'eau provenant de la fusion du manteau nival.

Tableau 4.1 Paramètres et constantes intervenant dans le modèle CEQUEAU-ONU.

Paramètres	Paramètre déterminé par essai et erreur			Description
	Paramètre déterminé selon la physique du phénomène			
	Constante déterminée à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques			
Paramètres des réservoirs SOL-NAPPE-MARAIS				
CIN (1)	●			coefficient d'infiltration du réservoir SOL au réservoir NAPPE
CVMAR	●			coefficient de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES
CVNB (1)	●			coefficient de vidange du réservoir NAPPE (vidange basse)
CVNH (1)	●			coefficient de vidange du réservoir NAPPE (vidange haute)
CVSB	●			coefficient de vidange du réservoir SOL (vidange basse)
CVSI (1)	●			coefficient de vidange du réservoir SOL (vidange intermédiaire)
HINF (1)	●			seuil d'infiltration vers le réservoir NAPPE
HINT (1)	●			seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL
HMAR	●			seuil de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES
HNAP (1)	●			seuil de vidange du réservoir NAPPE
HRIMP (1)	●			hauteur de précipitation pour qu'il y ait ruissellement sur des surfaces imperméables
HSOL (1)	●			hauteur du réservoir SOL
Paramètres régissant le fonte de neige				
STRNE		●		seuil de transformation pluie-neige
TFC		●		taux de fonte en forêt
TFD		●		taux de fonte en clairière
TSC		●		seuil de température de fonte en forêt
TSD		●		seuil de température de fonte en clairière
TTD		●		coefficient de déficit calorifique de la neige
TTS		●		seuil de mûrissement du stock de neige
Paramètres qui gouvernent l'évapotranspiration				
EVNAP	●			pourcentage d'évapotranspiration pris dans le réservoir NAPPE
HPOT (1)	●			seuil de prélèvement de l'eau à taux potentiel
XAA		●		exposant de la formule de Thornthwaite
XIT		●		valeur de l'index thermique de Thornthwaite
Paramètre et constante du transfert				
EXXKT	●			paramètre d'ajustement du coefficient de transfert
ZN			●	temps de concentration du bassin
Paramètres et constantes divers				
COET		●		coefficient de correction des températures avec l'altitude
COEP		●		coefficient de correction des précipitations avec l'altitude
FACT	●			facteur modifiant les précipitations moyennes sur un ensemble de carreaux entiers
JOEVA	●			variables décalant la date d'insolation potentielle maximale respectivement pour
JONEI	●			l'évapotranspiration et pour la neige
XINFMA		●		infiltration maximale par jour
XLA			●	latitude moyenne du bassin versant
TBI (1)			●	pourcentage de surface imperméable

(1) La valeur de ce paramètre peut être variable dans l'espace

Comme nous l'avons vu précédemment, l'eau de pluie disponible sur chaque carreau entier est obtenue directement par interpolation des précipitations liquides mesurées aux stations météorologiques de la région.

Pour calculer l'eau provenant de la fusion du manteau nival, le modèle effectue le bilan des stocks de neige sur chaque carreau entier, séparé en deux parties: une zone de forêt et une zone de clairière. L'une ou l'autre peut être de superficie nulle. Le bilan de la fonte est fait séparément sur chaque partie et la lame de fonte globale est la combinaison des deux lames produites, en forêt et en clairière, pondérées en fonction des surfaces respectives de chaque zone.

Pour chaque carreau entier, les équations du bilan des stocks de neige en forêt et en clairière s'écrivent:

$$\begin{aligned}SNC_i &= SNC_{i-1} + PJN_i - TEC_i \\SND_i &= SND_{i-1} + PJN_i - TED_i\end{aligned}\tag{4,2}$$

où:

$SNC_i, SND_i, SNC_{i-1}, SND_{i-1}$: respectivement les stocks de neige en forêt et en clairière à la fin du jour i et du jour i-1;

PJN_i : la précipitation solide du jour i;

TEC_i, TED_i : les fontes en forêt et en clairière pour le jour i.

La précipitation solide sur un carreau entier est calculée par interpolation des précipitations solides mesurées aux stations météorologiques.

Si la température moyenne de l'air sur un carreau entier est inférieure à un seuil que l'on fixe à l'aide du paramètre STRNE (vecteur obligatoire NEIGE), la précipitation liquide, si elle existe, est transformée en neige et est ajoutée à la précipitation solide.

Cette précipitation solide calculée est ajoutée aux stocks de neige avant que ne débute le calcul de la fonte pour le jour i.

Les équations de base du calcul de la fonte sont tirées du rapport "Snow Hydrology"¹. Au début de la période de fusion, nous tenons compte de deux phénomènes principaux qui retardent la disponibilité immédiate de l'eau de fonte:

1 "Snow Hydrology". Corps of Engineers, Summary report of the snow investigation. North Pacific Division, Portland, Oregon, 1956.

- le manteau nival, qui a une faible conductivité thermique, doit se réchauffer jusqu'à une température moyenne voisine d'un seuil de transformation. La température moyenne du stock de neige pour le jour considéré est représentée par l'index QNUI4 dans CEQUEAU-ONU. Cet index est déterminé à partir de la température moyenne de l'air du jour (TJE), de l'index du stock le jour précédent et du coefficient de déficit calorifique qui est fixé à l'aide du paramètre TTD (vecteur obligatoire NEIGE);

$$QNUI4 = QNUI4 \times TTD + TJE \times (1 - TTD) \quad (4,3)$$

- pour que la lame de fonte qui se crée en surface puisse atteindre le niveau du sol, il faut qu'il y ait mûrissement du stock de neige, c'est-à-dire saturation graduelle du stock de neige par de l'eau en phase liquide. Ce mûrissement est représenté par l'index QNUI3 dans CEQUEAU-ONU. Cet index est calculé à l'aide de l'index du jour précédent, de la température moyenne de l'air du jour (TJE) et de la température du mûrissement du stock de neige qui est fixée à l'aide du paramètre TTS (vecteur obligatoire NEIGE).

$$QNUI3 = QNUI3 + \max(0, TJE - TTS) \quad (4,4)$$

Une fois les index QNUI3 et QNUI4 calculés, CEQUEAU-ONU évalue la fonte en procédant de la façon suivante:

Calcul de l'absorption des précipitations liquides par le stock de neige

Si la température du stock de neige n'a pas atteint le seuil de température de fonte, la précipitation liquide peut être absorbée en partie ou complètement par le stock de neige. Ceci est effectué en calculant à l'aide de l'indice QNUI4 les quantités d'eau (variables TNC et TND) qui peuvent être absorbées par les stocks de neige en forêt et en clairière. Si la précipitation liquide est inférieure à ces quantités, elle est complètement absorbée, et la précipitation liquide est mise à zéro. Dans le cas contraire, les stocks de neige en forêt et en clairière sont augmentés respectivement de TNC et TND tandis que la précipitation liquide disponible est diminuée de ces valeurs.

Calcul de la fonte potentielle

La fonte potentielle à couvert et à découvert est estimée à l'aide des équations suivantes:

$$\begin{aligned} TEC_p &= TFC \times \max(0, TJE - TSC) \times HEURE \\ TED_p &= TFD \times \max(0, TJE - TSD) \times HEURE \end{aligned} \quad (4,5)$$

où:

TEC_p TED_p : fonte potentielle en forêt et en clairière (mm);

TFC TFD : taux potentiel de fonte en forêt et en clairière. Ces paramètres sont lus sur le vecteur obligatoire NEIGE (mm/°C/jour);

TJE : température moyenne du jour sur le carreau entier (°C);

TSC TSD : seuil de température de fonte en forêt et en clairière. Ces paramètres sont lus sur le vecteur obligatoire NEIGE (°C);

$HEURE$: facteur de modulation qui tient compte du rayonnement solaire potentiel, donné par:

$$HEURE = \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(-tg \left(\sin^{-1} \left(\frac{23,45 \times \pi}{180} \sin \left(\frac{2\pi}{365} (J - JONEI) \right) \right) \right) tg XLA \right) \quad (4,6)$$

où:

J : jour de l'année, qui varie de 1 à 365;

XLA : latitude moyenne du bassin, qui est lue sur le vecteur obligatoire SOL3;

$JONEI$: paramètre permettant de déplacer la date de l'insolation maximale de l'année pour accélérer ou retarder la fonte. Il doit normalement être égal à 80 pour obtenir une durée maximale d'ensoleillement potentiel le 21 juin. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire OPTION.

Les variations de la variable HEURE pour quatre valeurs de JONEI sont montrées à la Figure 4.3.

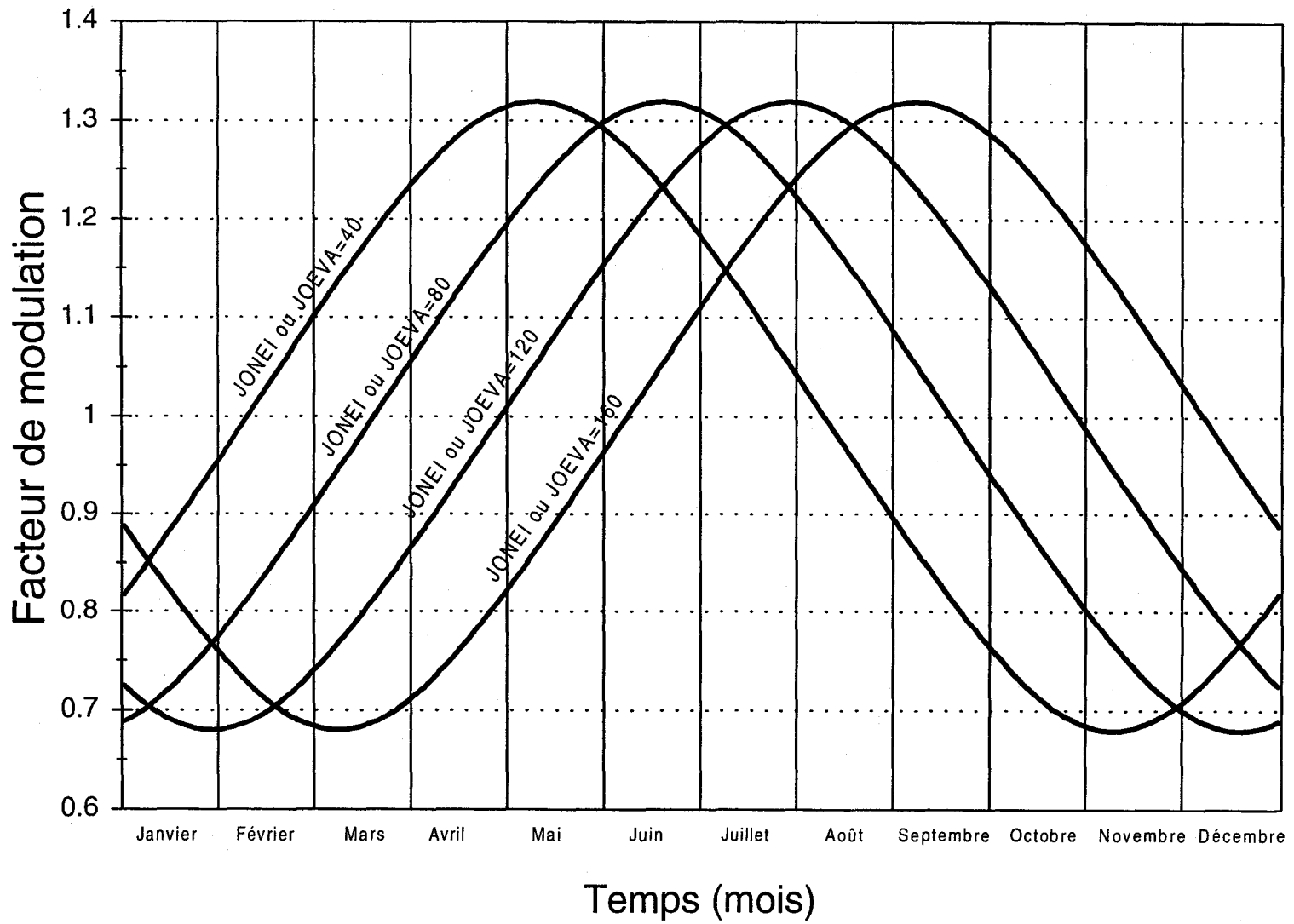


Figure 4.3 Facteur de modulation qui tient compte du rayonnement solaire potentiel pour la latitude moyenne de 47°.

Calcul de la fonte réelle

La fonte potentielle calculée à l'aide de l'équation 4.5 n'est disponible au sol que si l'index de mûrissement (QNUI3) a atteint le seuil désiré ce qui indique que le mûrissement du stock de neige est complet. Sinon, on doit déterminer la fonte réelle à partir des calculs suivants:

- si le stock de neige est faible (≤ 10 millimètres), on suppose qu'il y a fonte à taux potentiel;
- si l'index de mûrissement n'a pas atteint le seuil désiré, qui est fonction du stock de neige au sol, les fontes potentielles TEC_p et TED_p sont diminuées; ces calculs sont faits par les équations suivantes:

$$TEC_r = TEC_p \times \min \left(1, \frac{QNUI3 \times TFC}{SNC + 1} \right)$$

$$TED_r = TED_p \times \min \left(1, \frac{QNUI3 \times TFD}{SND + 1} \right)$$
(4,7)

où:

TEC_r, TED_r : fonte réelle en forêt et en clairière (mm/jour);

TEC_p, TED_p : fonte potentielle en forêt et en clairière (mm/jour);

$QNUI3$: index du mûrissement des stocks de neige;

TFC, TFD : taux potentiel de fonte en forêt et en clairière (mm/°C/jour);

SNC, SND : stock de neige en forêt et en clairière (mm).

Calcul de l'eau disponible au sol

La fonte disponible (FONDIS) est évaluée en fonction des clairières et des surfaces boisées. L'eau disponible au sol (PLUFON) est obtenue en ajoutant à la fonte la précipitation liquide non retenue dans les stocks de neige. Cette eau est introduite dans les réservoirs SOL et LACS et MARAIS (Figure 4.2), sans qu'il soit nécessaire ultérieurement de savoir si elle provient de la pluie ou de la fonte de neige.

L'ensemble de ces calculs est effectué sur tous les carreaux entiers à chaque jour de la période simulée.

4.2.3 Évaporation - évapotranspiration

Cette composante de la fonction de production est essentiellement basée sur la méthode de Thornthwaite, modifiée pour tenir compte:

- de la durée potentielle d'ensoleillement en fonction de la latitude et du jour de l'année;
- de l'eau disponible dans la couche superficielle du sol.

A l'échelle de la journée, et avec la température en degrés Celsius, la formule de Thornthwaite s'écrit:

$$ETHORN = \frac{10}{30,4} \times 1,62 \left(\frac{10 \times TJE}{XIT} \right)^{XAA} \quad (4,8)$$

où:

ETHORN: évapotranspiration potentielle du jour (mm);

TJE : température moyenne du jour sur le carreau considéré (°C);

XAA : exposant de la formule de Thornthwaite;

XIT : valeur de l'index de Thornthwaite.

On rappelle que l'exposant et l'index de la formule de Thornthwaite peuvent être calculés par:

$$XIT = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{TM_i}{5} \right)^{1,51} \quad (4,9)$$

$$XAA = 67,5 \times 10^{-8} XIT^3 - 77,1 \times 10^{-6} XIT^2 + 0,0179 XIT + 0,492$$

où:

TM_i : température moyenne mensuelle au mois *i* (°C).

Notons que la formule de Thornthwaite a été établie à l'échelle mensuelle. Il peut donc être nécessaire de modifier légèrement les valeurs de *XIT* et *XAA* obtenues par les formules précédentes. Les variables *XAA* et *XIT* sont lues sur le vecteur obligatoire SOL3.

Les variations de *ETHORN* pour différentes valeurs de *XAA* et *XIT* sont montrées aux Figures 4.4 et 4.5.

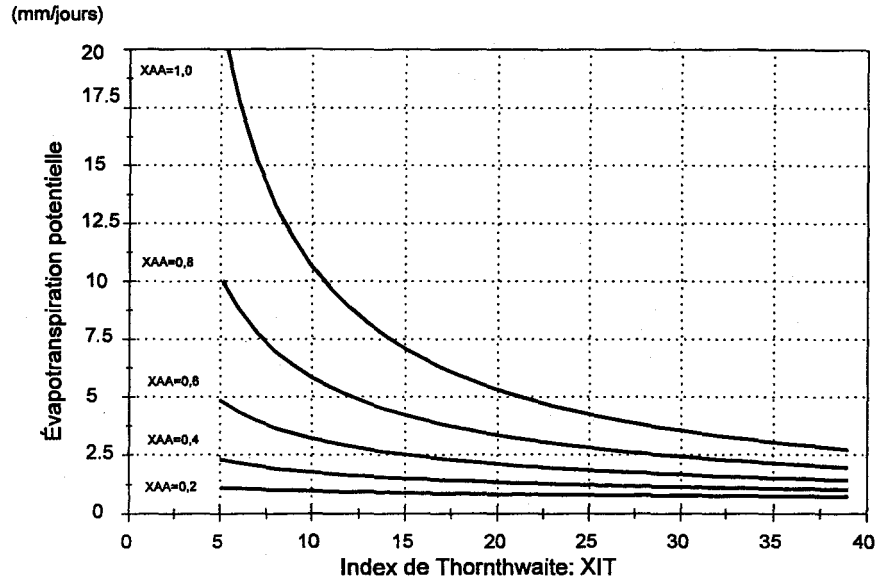


Figure 4.4 Évaporation potentielle journalière calculée avec la formule de Thornthwaite: effet de l'exposant XAA.

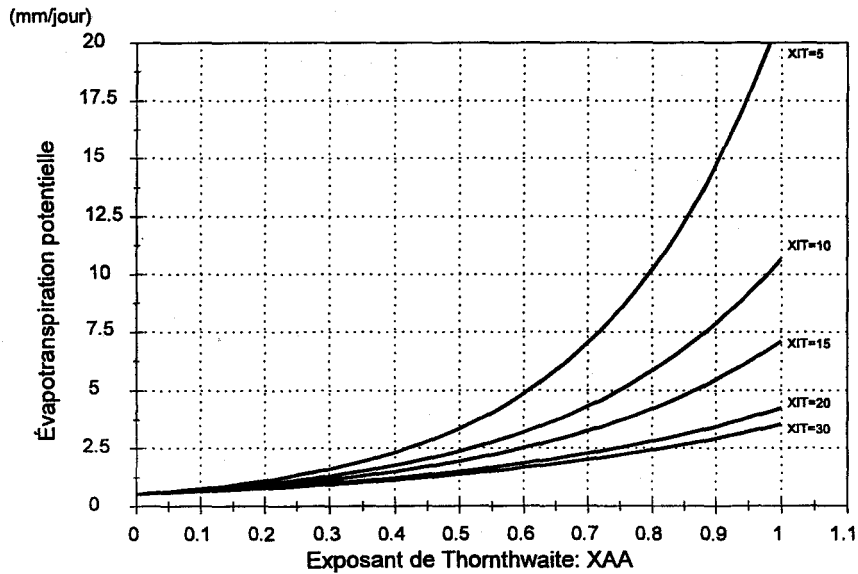


Figure 4.5 Évaporation potentielle journalière calculée avec la formule de Thornthwaite: effet de l'index XIT.

L'évapotranspiration potentielle est modifiée à l'aide du facteur HEURE1 qui tient compte du rayonnement solaire potentiel:

$$ETHORN = ETHORN \times HEURE1$$

$$HEURE1 = \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(-\text{tg} \left(\sin^{-1} \left(\frac{23,45 \times \pi}{180} \sin \left(\frac{2\pi}{365} (J - JOEVA) \right) \right) \right) \text{tg } XLA \right) \quad (4,10)$$

où:

J : jour de l'année, qui varie de 1 à 365;

XLA : latitude moyenne du bassin, qui est lue sur le vecteur obligatoire SOL3;

JOEVA : paramètre permettant de déplacer la date de l'insolation maximale de l'année pour accélérer ou retarder l'évapotranspiration. Ce paramètre doit normalement être égal à 80 pour obtenir la durée maximale d'ensoleillement potentiel le 21 juin. Il est lu sur le vecteur obligatoire OPTION.

Les variations de la variable HEURE1 pour quatre valeurs de JOEVA sont montrées à la Figure 4.3.

L'évapotranspiration réelle pour le jour J sur un carreau entier est estimée de la façon suivante:

- au-dessus des surfaces d'eau libre (réservoirs LACS et MARAIS), on suppose que l'évapotranspiration réelle ETRLAC est en moyenne de l'ordre de 80% de la valeur potentielle. Ce pourcentage est relié au rapport moyen qui existe entre l'évaporation d'un bac de mesure et l'évaporation d'un lac;
- l'évapotranspiration potentielle ETOT au-dessus de la partie terrestre est égale à l'évaporation potentielle multipliée par un facteur ARR27, qui varie en fonction de la superficie non boisée sur un carreau entier. Ce facteur varie de 0,80 si le carreau entier est complètement déboisé, à 1,00 si la forêt recouvre totalement le carreau;
- l'évapotranspiration réelle au-dessus de la partie terrestre est calculée en fonction de la hauteur de l'eau HS dans le réservoir SOL (Figure 4.2): l'évapotranspiration se fait à taux potentiel ETOT si la hauteur de l'eau dans le réservoir SOL dépasse un certain seuil HPOT (ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL2); dans le cas contraire, l'évapotranspiration réelle diminue de façon linéaire de ETOT à 0. Un certain pourcentage EVNAP (paramètre lu sur le vecteur obligatoire SOL3) de cette évapotranspiration peut être pris directement dans le réservoir NAPPE.

Ce terme EVNAP est lui-même diminué si le niveau de l'eau disponible dans le réservoir NAPPE est inférieur au niveau de l'orifice de vidange rapide.

4.2.4 Bilan du réservoir SOL

Les écoulements verticaux dans le sol sont schématisés par un réservoir avec orifices (Figure 4.2). Le bilan de ce réservoir est fait pour chaque carreau entier et à chaque jour de la période simulée. Ce bilan est effectué de la façon suivante:

- 1) la lame d'eau provenant de la pluie et de la fonte de neige (PLUFON) est diminuée du ruissellement sur les surfaces imperméables (RIMP) lorsqu'elle dépasse le seuil HRIMP:

$$RIMP = \max(0, PCIMP(ICE) \times (PLUFON - HRIMP)) \quad (4,11)$$

$$EAUTER = PLUFON - RIMP$$

où :

PCIMP(ICE): pourcentage de surface du sol imperméable du carreau entier ICE. Lorsque ce paramètre est constant sur tout le bassin versant, sa valeur est donnée par l'intermédiaire du paramètre TRI du vecteur obligatoire SOL3; sinon les valeurs pour chaque carreau entier sont lues sur le vecteur facultatif SURFIMPERM;

HRIMP : lame d'eau nécessaire pour qu'il y ait ruissellement sur les surfaces imperméables. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL2.

La lame RIMP est immédiatement disponible pour l'écoulement en rivière tandis que la lame restante EAUTER est ajoutée au contenu antérieur du réservoir SOL;

- 2) le niveau HS de l'eau dans le réservoir SOL est utilisé pour déterminer l'évapotranspiration réelle ETOT (Section 4.2.3) et l'infiltration XINF à l'aide des équations suivantes:

$$ETOT = ETHORN \quad ;HS \geq HPOT$$

$$ETOT = ETHORN \times HS / HPOT \quad ;HS < HPOT$$

(4,12)

$$XINF = TOINF(ICE) \times \max(0, HS - HINF)$$

$$XINF = \min(XINFMA, XINF) \times ARR27$$

où:

EHTORN : évapotranspiration potentielle du jour (mm);

XINF : lame d'eau infiltrée du réservoir SOL au réservoir NAPPE;

HS : niveau de l'eau dans le réservoir SOL;

HINF : seuil du niveau d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL2;

TONIF(ICE) : coefficient d'infiltration dans le réservoir NAPPE, pour le carreau entier ICE. Lorsque ce paramètre est constant sur le bassin versant, il est lu par l'intermédiaire du paramètre CIN sur le vecteur obligatoire SOL1, sinon les valeurs sont lues pour chaque carreau entier sur le vecteur facultatif COEFINFILT;

XINFMA : infiltration maximale par jour. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL1;

ARR27 : coefficient de pondération calculé à l'aide des données physiographiques de chaque carreau entier. Il varie de 0,80 si le carreau entier ne comporte que du sol nu, à 1,00 si le carreau est complètement recouvert par la forêt.

Le niveau d'eau dans le réservoir SOL est diminué de l'évapotranspiration et de l'infiltration;

3) l'écoulement par les orifices est calculé dans l'ordre suivant:

Ruissellement de surface

Ce ruissellement a lieu si la hauteur d'eau (HS) disponible dans le réservoir est supérieure à la hauteur du réservoir SOL (paramètre HSOL lu sur le vecteur obligatoire SOL2, Annexe G.1.5). Toute la lame d'eau, qui dépasse cette valeur, ruisselle et devient disponible pour le transfert en rivière:

$$RUISS = HS - HSOL \quad (4,13)$$

où:

RUISS : ruissellement de surface (mm);

1^{er} ruissellement retardé

Ce ruissellement se produit si la hauteur d'eau dans le réservoir est supérieure au seuil de l'orifice de vidange intermédiaire:

$$VIDINT = \max(0, (HS - HINT) \times CVSI) \quad (4,14)$$

où :

VINDINT : ruissellement retardé (mm);

HINT : seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL (lu sur le vecteur obligatoire SOL2, Annexe G.1.5);

HS : niveau d'eau disponible dans le réservoir SOL;

CVSI : coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL (lu sur le vecteur obligatoire SOL1, Annexe G.1.4);

2^{ième} ruissellement

Ce ruissellement est calculé par l'équation suivante:

$$VIDFON = (HS - VIDINT) \times CVSB \quad (4,15)$$

où :

VIDFON : ruissellement retardé (mm);

CVSB : coefficient de vidange basse du réservoir SOL (lu sur le vecteur obligatoire SOL1, Annexe G.1.4).

La hauteur de l'eau dans le réservoir SOL est diminuée des écoulements et conservée à la fin du pas de temps dans la variable STOSOL(ICE), où ICE représente l'indice du carreau entier.

Rappelons que si le régime hydrologique est simple, on peut limiter le nombre d'orifices utiles en donnant des valeurs nulles à certains coefficients de vidange à l'aide des paramètres du vecteur SOL1.

La lame d'eau produite par les trois ruissellements est additionnée dans la variable *PRODU* et sera modulée en fonction du pourcentage du sol sur le carreau entier en même temps que les lames produites pour les lacs et les marais. Cette modulation est faite de la façon suivante:

$$REST = (PRODU \times PCTERR) + (SLAMA \times PCEAU) \quad (4,16)$$

où :

- REST* : lame totale d'eau produite sur le carreau entier (mm);
- PRODU* : lame produite par les réservoirs SOL et NAPPE et par la surface imperméable du carreau;
- PCTERR* : pourcentage de la partie terrestre sur le carreau entier;
- PCEAU* : pourcentage de lac et marais sur le carreau entier;
- SLAMA* : lame sortant du réservoir LACS et MARAIS.

La lame *REST* produite par le carreau entier est transformée en volume (m^3) puis gardée dans le vecteur *PRODCE*:

$$PRODCE(ICE) = REST \times 10^{-3} \times CEKM2 \times 10^6 \quad (4,17)$$

où:

- CEKM2* : superficie d'un carreau entier en km^2 .

Ces calculs sont faits pour tous les carreaux entiers. Les volumes d'eau mis en mémoire dans le vecteur *PRODCE* sont disponibles pour l'écoulement en rivière et seront utilisés pour les transferts d'eau vers l'aval.

4.2.5 Bilan du réservoir NAPPE

Les écoulements issus du réservoir NAPPE dépendent du niveau d'eau dans le réservoir, de la hauteur du seuil et du coefficient de vidange de chaque orifice. Ces coefficients sont généralement très faibles puisque le réservoir NAPPE a pour but de reproduire les étiages, et ils peuvent être estimés par l'observation des tarissements d'hiver des débits observés.

Les écoulements sont calculés par les formules suivantes;

$$\begin{aligned} SNAPH &= CVNH \times \max(0, HN - HNAP) \\ HN &= HN - SNAPH \\ SNAPB &= CVNB \times HN \end{aligned} \quad (4,18)$$

où :

- CVNH* : coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE (lu sur le vecteur obligatoire SOL1, Annexe G.1.4);
- HN* : niveau de l'eau dans le réservoir NAPPE (mm);
- HNAP* : niveau de vidange haute du réservoir NAPPE (mm) (lu sur le vecteur obligatoire SOL2, Annexe G.1.5);
- CVNB* : coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE (lu sur le vecteur obligatoire SOL1, Annexe G.1.4).
- SNAPH* : écoulements de la vidange haute (rapide) du réservoir NAPPE.
- SNAPB* : écoulements de la vidange basse (lente) du réservoir NAPPE.

Le bilan du réservoir NAPPE est complété par:

$$\begin{aligned} HN &= HN + XINF - SNAPB \\ HN &= \max(0, HN - ETRNAP) \end{aligned} \quad (4,19)$$

où:

- XINF* : quantité d'eau infiltrée depuis le réservoir SOL vers le réservoir NAPPE (Section 4.2.4);
- ETRNAP* : évapotranspiration prise dans le réservoir NAPPE (Section 4.2.3).

Finalement, les niveaux de l'eau du réservoir NAPPE de chaque carreau entier sont gardés en mémoire dans le vecteur STONAP. La lame d'eau produite est additionnée à la variable PRODU et est modulée comme on l'a vu précédemment à l'équation 4.16.

4.2.6 Bilan sur les lacs et marécages

Nous avons tenu compte précédemment, dans le schéma de formation de l'écoulement, des termes du bilan de l'eau sur la partie terrestre. Le bilan en eau sur la partie eau libre (lac, réseau hydrographique, marais) s'évalue par les équations suivantes:

$$\begin{aligned}
 HM &= HM + PLUFON \\
 ETRLAC &= \min(ETRLAC, HM) \\
 HM &= HM - ETRLAC
 \end{aligned}
 \tag{4,20}$$

où:

- HM* : niveau de l'eau dans le réservoir LACS et MARÉCAGES (mm);
- PLUFON* : lame d'eau disponible qui provient de la pluie et de la fonte de la neige;
- ETRLAC* : évaporation réelle sur les surfaces d'eau.

Le bilan du réservoir LACS est complété par:

$$\begin{aligned}
 SLAMA &= \max(0, (HM - HMAR) \times CVMAR) \\
 HM &= HM - SLAMA
 \end{aligned}
 \tag{4,21}$$

où:

- SLAMA* : écoulement du réservoir LACS et MARÉCAGES (mm);
- HMAR* : seuil de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL2 (Annexe G.1.5);
- CVMAR* : coefficient de vidange du réservoir LACS et MARÉCAGES. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire SOL 1 (Annexe G.1.4).

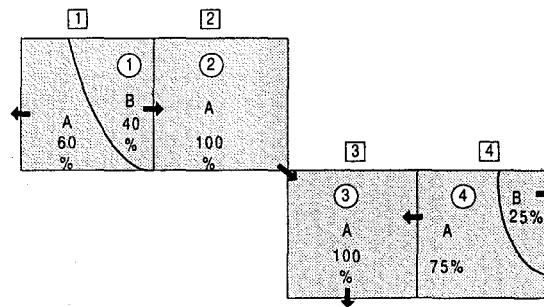
Les niveaux d'eau du réservoir LACS et MARAIS de chaque carreau entier sont gardés dans le vecteur STOMAR.

4.3 Fonction de transfert

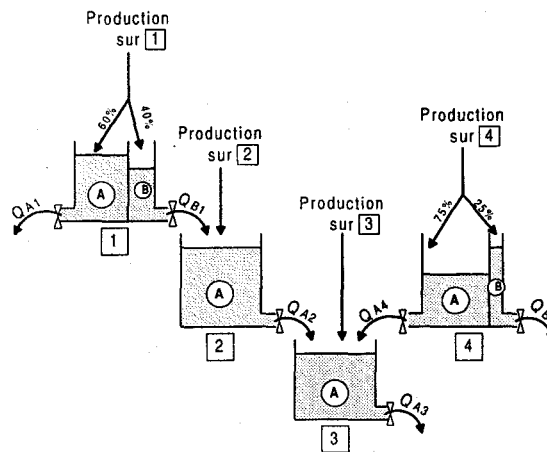
Le schéma de production qui vient d'être décrit aboutit à l'obtention d'un volume d'eau, sur chaque carreau entier, disponible pour le transfert en rivière et dont l'origine (ruissellement direct ou retardé, vidange de la nappe, des lacs et des marais) n'a plus à être connue pour le transfert de l'eau en rivière. Ce transfert est effectué de carreau partiel à carreau partiel.

Le volume d'eau disponible sur un carreau partiel est obtenu en multipliant le volume produit sur le carreau entier par le pourcentage de superficie du carreau partiel considéré. Ce volume est ajouté aux volumes entrant dans ce carreau depuis le ou les carreaux partiels directement en amont. Le volume résultant devient le volume disponible pour le transfert vers le carreau immédiatement en aval. Ce processus est répété de carreau en carreau jusqu'à l'exutoire.

La Figure 4.6 montre la schématisation de la fonction de transfert. Le carreau partiel A du carreau entier [2], par exemple, reçoit la partie QB_1 de l'écoulement de la partie B du carreau en amont [1], à laquelle s'ajoute sa production, avant de s'écouler dans le carreau partiel A du carreau en aval [3]. Le volume d'écoulement d'un carreau à un autre, pour un pas de temps donné, dépend de l'eau disponible dans les réserves et des caractéristiques physiques de la rivière sur le carreau partiel considéré. Le modèle CEQUEAU-ONU calcule ce volume à l'aide d'un coefficient de transfert propre à chaque carreau partiel et de la quantité d'eau disponible sur chacun de ces carreaux.



A) Vue en plan d'une partie du bassin



B) Schéma du transfert en rivière

Figure 4.6 Schématisation de la fonction de transfert.

4.3.1 La méthode de transfert

Le volume V_i étant le volume emmagasiné dans le carreau partiel i , il se vidangera dans le carreau partiel immédiatement en aval d'une quantité v_i , proportionnelle, d'une part, au volume V_i , et d'autre part, à un coefficient de transfert XKT_i , propre au carreau partiel i :

$$v_i = XKT_i \times V_i \tag{4,22}$$

Le coefficient de transfert de chaque carreau partiel est relié aux caractéristiques hydrauliques prépondérantes de l'écoulement, à savoir la capacité d'amortir l'onde par emmagasinage dans le réseau. Un bon index de cette capacité d'amortissement sur un carreau partiel est la superficie d'eau libre sur ce carreau. Un grand lac, par exemple, amortit l'écoulement; cependant, son influence dépend également de la superficie du

bassin versant en amont. Un lac de 10 km², par exemple, a peu d'influence sur l'onde de crue d'un bassin versant de 5 000 km². Si le bassin versant est de 100 km², ce lac devient très important. Le modèle CEQUEAU-ONU utilise des coefficients de transfert définis pour chaque carreau partiel en considérant la superficie couverte d'eau et la superficie en amont de ce carreau. L'équation suivante détermine les coefficients de transfert:

$$XKT_i = 1 - \exp \left(-\min \left(36, \frac{EXXKT \times RMA3}{\max (SL, SLAC)} \times \frac{100}{CEKM2} \right) \right) \quad (4,23)$$

où :

- XKT_i* : coefficient de transfert du carreau partiel *i* pour le pas de temps d'une journée;
- EXXKT* : paramètre de calcul du coefficient de transfert. Ce paramètre est lu sur le vecteur obligatoire TRANSFERT. Pour faciliter l'ajustement de ce paramètre, les Figures 4.4 et 4.5 montrent la variation de *XKT_i* en fonction de *EXXKT*;
- RMA3* : cumul des pourcentages de superficie des carreaux partiels en amont;
- SL* : superficie d'eau, estimée à l'aide du cumul des pourcentages des superficies en amont;
- SLAC* : pourcentage de superficie d'eau sur le carreau partiel. Cette superficie peut être modifiée pour tenir compte de lacs non sur le réseau. Voir paramètre KODLAC sur le vecteur facultatif LAC;
- CEKM2* : superficie des carreaux entiers conformes (km²).

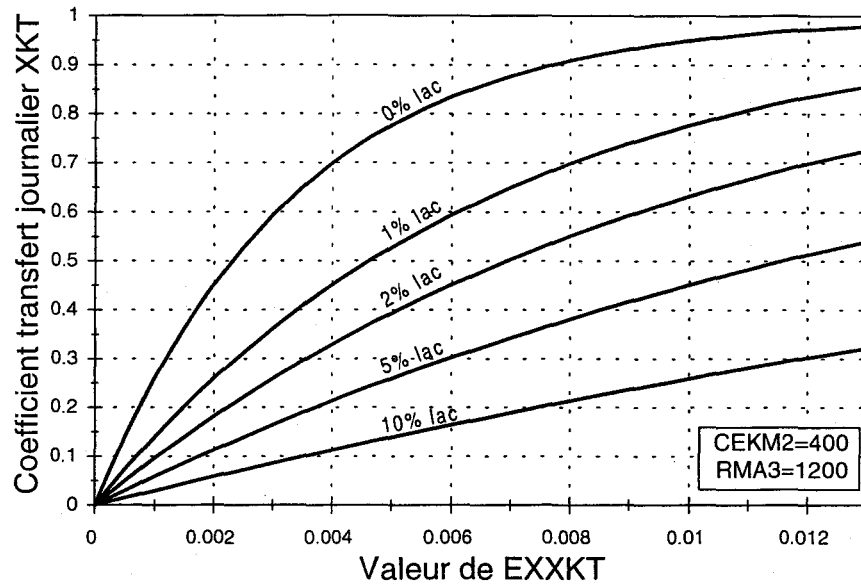


Figure 4.7 Variation du coefficient de transfert journalier suivant le paramètre EXXKT, pour différents pourcentages de lac sur carreau entier de 400 km².

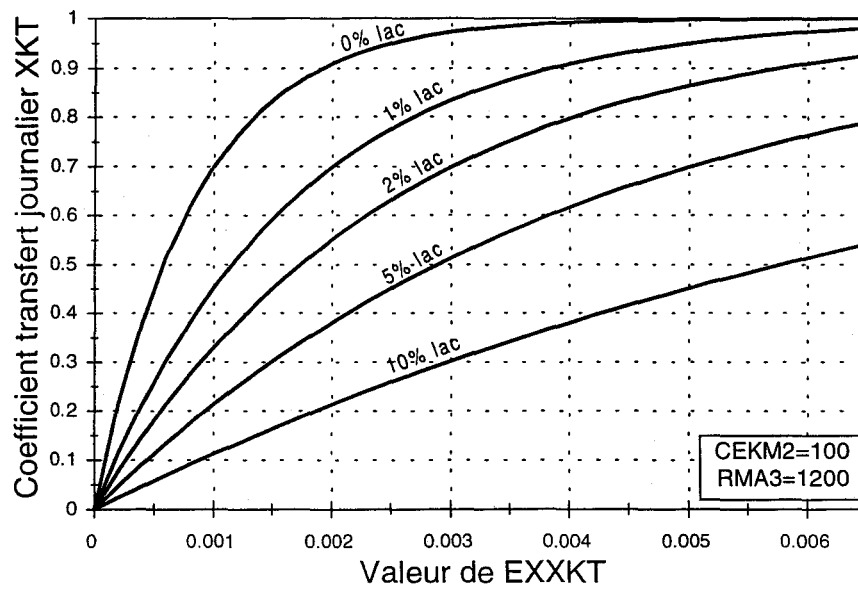


Figure 4.8 Variation du coefficient de transfert journalier suivant le paramètre EXXKT, pour différents pourcentages de lac sur un carreau entier de 100 km².

Les calculs de transfert sont exécutés en partant du carreau le plus en aval (carreau partiel numéro 1) pour remonter jusqu'au carreau le plus en amont. On appelle ce mode de transfert "AVAL-AMONT". Ce mode de transfert est effectué à un pas de temps déterminé par le nombre NT de carreaux partiels sur le chemin le plus long entre l'exutoire et l'amont du bassin et le temps de concentration ZN du bassin. Le paramètre ZN est lu sur le vecteur obligatoire TRANSFERT (Annexe G.1.8) et NT provient du vecteur MARR initial, décrit à l'annexe D.1.1. Par exemple, si le temps de concentration est de trois jours et le nombre de carreaux sur le chemin le plus long est de 12, le nombre NPJO de transferts nécessaires par jour est de 4 (12/3). Pour l'exemple cité (NPJO = 4), une partie de l'eau (fonction de la valeur du coefficient de transfert) se retrouvera quatre carreaux plus en aval à la fin de la journée. Après trois jours, l'eau de la partie la plus en amont arrivera à l'exutoire, ce qui respecte bien le temps de concentration du bassin versant. Les coefficients de transfert calculés précédemment ont été déterminés pour un pas de temps journalier. Lorsque le nombre de transferts par jour est supérieur à 1, les coefficients de transfert doivent être modifiés pour tenir compte du nombre de transferts exécutés par jour. La formule est la suivante:

$$XKT_i = 1 - (1 - XKT_i)^{1/NPJO} \quad (4,24)$$

4.3.2 Transfert particulier

La méthode de transfert vue précédemment, à partir d'un coefficient de proportionnalité XKT, peut être erronée pour des carreaux partiels particuliers: un grand lac ou encore une section en travers particulière. La seule solution rigoureuse consiste à connaître, d'une part, la courbe d'emmagasinage en fonction de la cote (ceci peut être fait à l'aide des cartes topographiques) et, d'autre part, la loi de vidange de l'exutoire.

Le recours aux équations de l'hydraulique étant trop lourd pour une simulation journalière, les relations entre cote et emmagasinage et entre débit et emmagasinage seront données sous forme de deux polynômes de degré inférieur ou égal à cinq. La détermination des coefficients des polynômes est obtenue par la méthode des moindres carrés, et est effectuée en dehors du modèle.

Pour utiliser cette option avec le modèle, les opérations suivantes sont nécessaires:

- 1) spécifier la présence d'une station sur le carreau partiel que nous voulons ainsi traiter. S'il n'y a pas de station réelle, on en spécifie une fictive à l'aide du vecteur facultatif STATIONFIC (Annexe G.2.1);
- 2) spécifier qu'il y a un barrage de code 2 pour la station située sur le carreau partiel à l'aide du vecteur facultatif BARRAGE (Annexe G.2.2);
- 3) donner les paramètres des polynômes à l'aide des vecteurs induits NIVEAU et DEBIT (Annexe G.3.1 et Annexe G.3.2).

Si l'on ne connaît pas la loi de vidange de l'exutoire et que l'on craint que l'équation pour calculer le coefficient de transfert ne soit pas valable pour un ou plusieurs carreaux partiels, on peut fixer ces coefficients directement en utilisant le vecteur facultatif CTP (Annexe G.2.17).

Si l'on veut connaître les débits intermédiaires, on utilisera ce vecteur pour donner un coefficient de transfert nul à un ou plusieurs carreaux partiels.

4.3.3 La reconstitution des grands lacs

Pour des lacs chevauchant plusieurs carreaux partiels, la succession des transferts, telle qu'exposée précédemment, peut être notablement différente de la réalité, puisque les lois de l'écoulement sont fondamentalement non linéaires. Pour lever cette restriction, il suffit de calculer le coefficient de transfert du carreau partiel de l'exutoire du lac en prenant pour ce carreau la superficie totale du lac. Ceci est fait en qualifiant les carreaux partiels, où se situe un grand lac, d'un indice permettant de ne pas tenir compte de la superficie des lacs sur ces carreaux. La reconstitution des grands lacs pour chaque carreau partiel est définie à l'aide du vecteur facultatif LAC (Annexe G.2.31). Par défaut, cette variable est prise égale à 0, ce qui implique qu'aucun lac ne doit être reconstitué. Le vecteur LAC permet également d'exclure, dans le calcul des coefficients de transfert, les lacs qui ne sont pas sur le réseau d'écoulement.

4.3.4 Opération avec barrage

Le modèle CEQUEAU-ONU permet d'effectuer la simulation des bassins versants ayant un ou plusieurs barrages réels ou fictifs. L'information concernant les barrages, s'il en existe, est donnée en utilisant le vecteur facultatif BARRAGE (Annexe G.2.2).

La procédure et les calculs nécessaires pour la prise en compte des barrages par le modèle CEQUEAU-ONU peuvent être suivis à l'aide de l'exemple de la Figure 4.9.

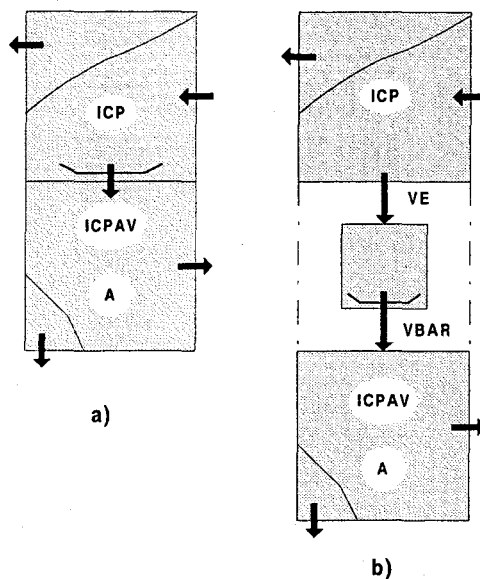


Figure 4.9 Schématisation de la prise en compte des barrages par le modèle CEQUEAU-ONU.

La partie a) de cette figure correspond à un barrage à la sortie du carreau partiel ICP. La partie b) en présente la schématisation faite par le modèle, qui introduit le réservoir entre le carreau partiel ICP et le carreau partiel ICPAV immédiatement en aval. Les calculs effectués à chaque pas de transfert sont les suivants:

- Le transfert en rivière depuis le carreau ICP amène dans le barrage, par pas de temps, un apport VE;

$$VE = XKT_{ICP} \times VOLCP_{ICP} \quad (4,25)$$

où:

VE : écoulement dans le réservoir depuis le carreau partiel ICP (m^3);

XKT_{ICP} : coefficient de transfert du carreau partiel ICP. Ce coefficient de transfert doit être très près de 1, puisque l'eau dans un barrage est en principe immédiatement disponible pour évacuation. On peut, si nécessaire, fixer ce coefficient de transfert à 1 à l'aide du vecteur facultatif CTP (Annexe G.2.17);

$VOLCP_{ICP}$: volume d'eau disponible sur le carreau partiel ICP (m^3).

- Le volume VBAR sortant du réservoir pour un pas de temps est déterminé selon une des deux méthodes suivantes:
 - 1) si c'est un barrage réel, le débit sortant est lu dans le fichier des données hydrométriques et météorologiques pour être ensuite transformé en volume;
 - 2) si c'est un barrage fictif, le débit sortant est calculé par la méthode de Goodrich, en utilisant la relation "débit en fonction de l'emmagasinage" dont les paramètres sont introduits par le vecteur induit DEBIT (Annexe G.3.3). Ce débit est ensuite transformé en volume selon le pas de temps du transfert.
- Le bilan du réservoir est fait par:

$$VOLEMM_{IST} = VOLEMM_{IST} + \frac{(VE - VBAR)}{10^6} \quad (4,26)$$

où :

$VOLEMM_{IST}$: le volume d'eau disponible dans le réservoir de la station IST (Mm^3);

VE : apport entrant dans le réservoir du barrage (m^3);

$VBAR$: volume évacué par le barrage (m^3).

- Le carreau partiel aval ICPAV reçoit le volume VBAR et le transfert reprend son cours normal.

Trois options de traitement de barrage sont prévues:

a) barrage réel (KODBAR = 1)

Il existe un barrage réel sur le bassin versant dont les évacuations sont connues. Ces débits journaliers évacués ont été introduits dans le fichier des données hydrométriques et météorologiques, de même que le niveau journalier de la réserve.

Le débit évacué constitue une donnée d'entrée du modèle, qui l'introduit dans le carreau partiel immédiatement en aval. Par contre, le niveau journalier de la réserve n'est utilisé que pour vérifier le niveau calculé. Si l'on veut connaître les débits entrant dans le réservoir, on placera une station fictive (vecteur facultatif STATIONFIC) sur le carreau immédiatement en amont du carreau où se situe le barrage.

Si l'on désire connaître les débits naturels sur le bassin versant, les simulations peuvent être faites en enlevant les barrages ($KODBAR = 0$);

Si l'on désire calculer les débits intermédiaires en amont d'un barrage réel (KODBAR=1), on doit demander la reconstitution des débits à l'aide du paramètre JREC du vecteur OPTION. Les débits intermédiaires sont calculés à l'aide de l'équation suivante:

$$Q_R = Q_S + \Delta V - A_E \quad (4,27)$$

où:

- Q_R : débit reconstitué du bassin versant en amont du barrage réel (KODBAR=1) et en aval de tous les autres barrages réels;
- Q_S : débit évacué du barrage;
- ΔV : variation de la réserve du barrage en p.c.s/j;
- A_E : apport externe soit des barrages de code KODBAR=1 ou 3 qui se jette dans le bassin intermédiaire.

Les informations pour les stations où les débits sont reconstitués se trouvent dans le fichier des résultats généraux (SIM). Les débits reconstitués, observés et calculés, sont ajoutés aux fichiers des données journalières (DJO) et mensuelles (DME). Ils possèdent le même numéro de station que le barrage où les débits ont été reconstitués mais avec le code 4 (KODBAR=4).

Pour les stations avec barrage réel, si la reconstitution est demandée, on peut produire des graphiques des niveaux d'eau des réserves ainsi que des débits reconstitués. Les débits reconstitués sont calculés en utilisant la variation de la réserve d'eau dans les réservoirs, ce qui peut entraîner quelquefois une erreur. On peut même obtenir des débits négatifs. Cette erreur est cependant compensée par les débits calculés pour les jours qui précèdent ou qui suivent.

Lorsque l'on désire reconstituer les débits on ne doit pas utiliser de barrage fictif (KODBAR=2).

b) barrage fictif (KODBAR = 2)

On introduit sur le bassin versant un ou plusieurs barrages fictifs pour simuler l'aménagement ultérieur du bassin versant. Les débits évacués de chaque barrage sont calculés par la méthode de laminage de Goodrich (Section 4.3.5), à l'aide de la réserve d'eau disponible dans le réservoir en utilisant la relation donnant le débit en fonction de l'emmagasinage. On peut introduire, si on le désire, des contraintes d'exploitation à ces barrages (Section 4.3.6) de même qu'un débit fixe de turbinage.

Ceci est fait par les vecteurs facultatifs CONTRAINTE et TURBINAGE (Annexe G.2.16 et Annexe G.2.36).

Le débit de turbinage, s'il existe, est toujours évacué en autant que la réserve d'eau dans le barrage le permet.

c) barrage réel (KODBAR = 3)

Il existe, en dehors du bassin versant simulé, un barrage dont les évacuations entrent dans un carreau partiel du bassin. Ceci se produit, entre autres, si l'on veut simuler la partie en aval d'un barrage. Les débits de ce barrage doivent être introduits dans le carreau partiel où il se déverse. Pour utiliser cette option avec le modèle, les opérations suivantes sont nécessaires:

- spécifier qu'il y a une station réelle sur le carreau partiel recevant l'évacuation, lors de la préparation des données physiographiques, et introduire, pour cette station, les débits du barrage en amont;
- spécifier qu'il y a un barrage de code 3 pour la station située sur ce carreau partiel (vecteur facultatif BARRAGE, Annexe G.2.2).

4.3.5 Méthode de Goodrich¹

La méthode de Goodrich permet de calculer les débits évacués d'un barrage fictif (KODBAR = 2). Pour un barrage, l'équation de continuité peut s'écrire:

$$V_2 - V_1 = (\bar{I} - \bar{O}) \Delta t \quad (4,28)$$

où:

V_1, V_2 : volume emmagasiné au début et à la fin du pas du temps;

Δt : intervalle de temps;

\bar{I} : débit moyen entrant;

\bar{O} : débit moyen sortant.

¹ Goodrich, R.D. (1931). "Rapid calculation of reservoir discharge". Civil Engineering, 1: 417-418.

On suppose que le pas de temps Δt permet d'estimer \bar{O} par:

$$\bar{O} = \frac{1}{2} (O_1 + O_2) \quad (4,29)$$

où:

O_1 et O_2 : représentent respectivement le débit en début et en fin de période. Les calculs seront d'autant plus précis que le pas de temps sera faible.

L'équation de continuité peut alors être mise sous la forme:

$$\begin{aligned} \frac{2V_2}{\Delta t} + O_2 &= \frac{2V_1}{\Delta t} - O_1 + 2\bar{I} \\ \frac{2V_2}{\Delta t} + O_2 &= \alpha \end{aligned} \quad (4,30)$$

La partie droite de l'équation est connue, ce qui fournit donc une première relation entre le débit sortant et le volume en fin de période.

Par ailleurs, on connaît la relation permettant de calculer le débit à l'aide du volume dans le réservoir (elle est donnée à l'aide du vecteur induit DEBIT, voir Section 5.4.3 et l'Annexe G.3.3):

$$O_2 = f\left(\frac{V_2}{10^6}\right) \quad (4,31)$$

La fonction f est un polynôme de degré inférieur ou égal à 5, entre le débit sortant (m^3/s) et le volume emmagasiné (millions de m^3).

La combinaison des deux dernières équations donne:

$$\frac{2V_2}{\Delta t} + f\left(\frac{V_2}{10^6}\right) - \alpha = 0 \quad (4,32)$$

Le problème se ramène à la détermination de la racine de l'équation $g(x) = 0$

où:

$$g(x) = \frac{2x}{\Delta t} + f\left(\frac{x}{10^6}\right) - \alpha \quad (4,33)$$

La résolution est faite par dichotomie sur un intervalle $[b, a]$ qui doit être déterminé à chaque pas de temps.

Pour déterminer la borne supérieure a , il suffit de supposer que l'évacuation O_2 est nulle:

$$a = V_1 + \bar{I} \cdot \Delta t \quad (4,34)$$

La borne inférieure est plus délicate à choisir, car O_2 peut être inférieur ou supérieur à O_1 . Un premier essai est fait en supposant O_2 égal à O_1 , et en supposant l'apport I nul, d'où:

$$b = V_1 - O_1 \cdot \Delta t \quad (4,35)$$

Lorsque l'équation n'admet pas de racines sur l'intervalle $[b, a]$ ainsi déterminé, le modèle recalcule un second intervalle en conservant la borne qui donne la plus faible valeur absolue pour la fonction g , tandis que la nouvelle borne est déterminée par proportionnalité de l'accroissement de $g(a)$ à $g(b)$.

4.3.6 Opération de barrage avec contrainte

La seule contrainte admise présentement par CEQUEAU-ONU pour les barrages fictifs (KODBAR=2) est relative aux cotes maximales à atteindre. La gestion proprement dite est effectuée avec l'hypothèse suivante: il faut tendre vers la cote imposée pour chaque jour; lorsque les évacuateurs de crues sont utilisés, ils le sont de manière à toujours garder en réserve le plus grand volume compatible avec les contraintes imposées.

Définissons tout d'abord les variables:

- V : volume emmagasiné dans le barrage au début du pas de temps;
- VE : apport journalier;
- $VBAR$: volume évacué;

- F : fonction de transformation hauteur-volume;
- $COTMAX$: cote imposée du jour;
- $VBARMA$: volume maximal pouvant être évacué, fonction du niveau de l'eau et des caractéristiques des évacuateurs.

Selon la cote atteinte par rapport à la cote imposée, trois possibilités peuvent se produire:

- a) $F(V + VE) \leq COTMAX$: même toutes vannes fermées, on n'atteint pas la cote maximale. Dans ce cas, on accumule l'eau et il n'y a pas d'évacuation ($VBAR = 0$);
- b) $F(V + VE - VBAR) > COTMAX$: les vannes évacuant à pleine capacité, il y a quand même débordement. Le modèle génère un message d'avertissement et le volume lâché correspond au maximum possible ($VBAR = VBARMA$);
- c) dans le cas intermédiaire, il faut ouvrir partiellement les vannes puisqu'on veut respecter la cote imposée. Le volume à évacuer est calculé par dichotomie, entre les valeurs extrêmes $VBAR = VBARMA$ et $VBAR = 0$, à partir de l'équation implicite $F(V + VE - VBAR) = COTMAX$.

4.3.7 Simulations diverses

Le modèle permet de nombreuses options qui ne nécessitent pas d'explications détaillées. Elles sont donc pas citées dans ce chapitre. Cependant, la Section 4.4, qui décrit tous les vecteurs de données pouvant être lus par le modèle CEQUEAU-ONU détaille ces options en décrivant les paramètres lus sur ces vecteurs.

4.4 Les paramètres du modèle

L'ordre général des vecteurs du fichier des paramètres et options du modèle (extension PAH) est montré à la Figure 4.10.

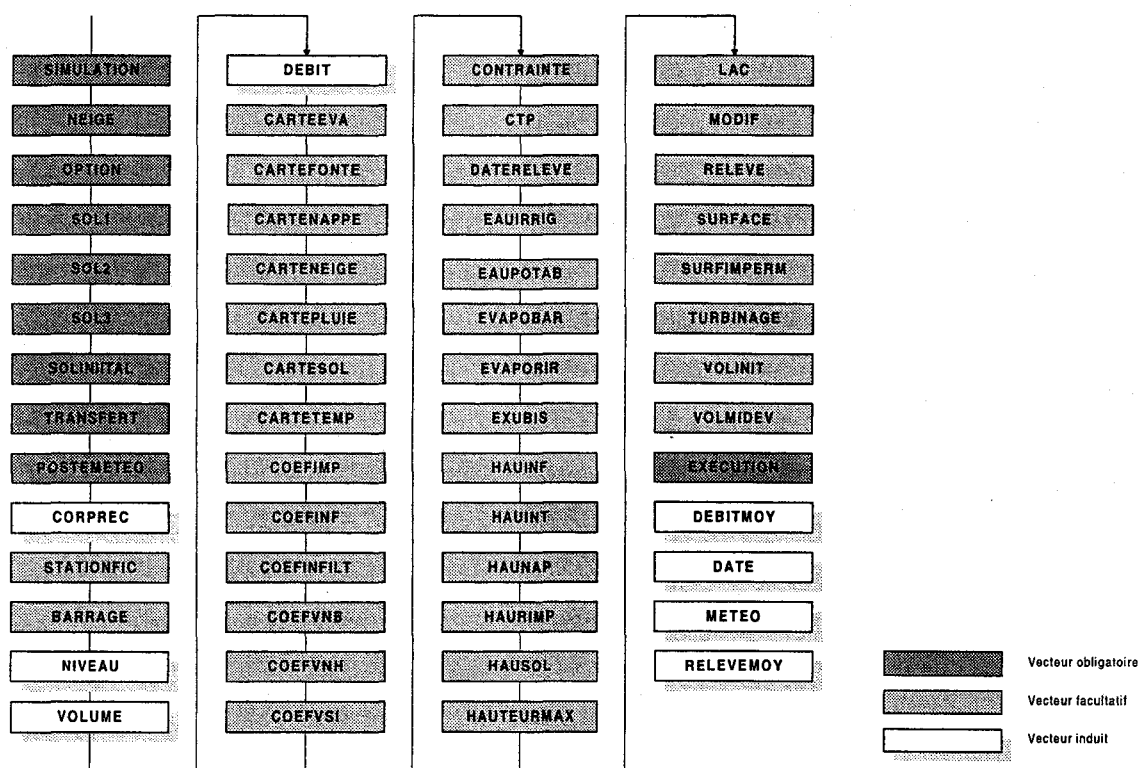


Figure 4.10 Ordre général des vecteurs du fichier des paramètres et options du modèle.

Ce fichier peut être facilement créé en utilisant l'éditeur de données de CEQUEAU-ONU (Voir le Guide de l'utilisateur). On trouve dans ce fichier des vecteurs de type obligatoires, induits et optionnels. Pour plus de détail sur l'organisation de l'information des vecteurs dans les fichiers des paramètres, consultez la Section 1.3 .

4.3.6 Les vecteurs obligatoires

La description complète des informations contenues sur chacun de ces vecteurs est donnée aux Annexes G.1.1 à G.1.10.

1) SIMULATION

Vecteur obligatoire à insérer avant tous les autres vecteurs. Il permet de spécifier les dates des périodes de simulation et les paramètres d'impression.

2) NEIGE

Ce vecteur définit les valeurs des différents paramètres régissant la fonte de la neige.

3) OPTION

Ce vecteur permet de fixer les options du programme.

4) SOL1

Ce vecteur permet de définir les paramètres de vidange des réservoirs.

5) SOL2

Ce vecteur permet de définir les paramètres de hauteur de vidange des réservoirs.

6) SOL3

Ce vecteur permet de définir les paramètres de vidange des réservoirs.

7) SOLINITIAL

Ce vecteur permet de définir les conditions initiales le premier jour de la simulation.

8) TRANSFERT

Ce vecteur permet de fixer les paramètres de transfert

9) POSTEMETEO

Ces vecteurs spécifient les principales caractéristiques des stations météorologiques utilisées lors de la simulation. Ces vecteurs doivent correspondre aux stations réellement existantes sur le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées (HMC) pour la période que l'on désire simuler.

10) EXECUTION

Ce vecteur termine obligatoirement le groupe des vecteurs facultatifs, que ces derniers soient présents ou non.

4.4.2 Les vecteurs facultatifs

La description complète des informations contenues sur chacun de ces vecteurs est donnée aux Annexes G.2.1 à G.2.38.

1) STATIONFIC

Ce vecteur permet de spécifier les numéros de carreaux partiels où l'on désire calculer les débits ailleurs qu'aux stations hydrométriques.

- 2) **BARRAGE**
Ces vecteurs permettent de spécifier les stations (réelles ou fictives) où se trouvent les barrages.
- 3) **CARTEEVA**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique des données spatiales de l'évaporation, sur chaque carreau entier.
- 4) **CARTEFONTE**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique des données spatiales de la fonte, sur chaque carreau entier.
- 5) **CARTENAPPE**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de la hauteur d'eau dans le réservoir NAPPE, sur chaque carreau entier.
- 6) **CARTENEIGE**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de l'équivalent en eau moyen du stock de neige au sol, sur chaque carreau entier, calculé à partir des valeurs en clairière et en forêt, pondérées suivant le pourcentage de superficie de ces deux zones.
- 7) **CARTEPLUIE**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de la précipitation liquide, sur chaque carreau entier.
- 8) **CARTESOL**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique représentant la hauteur d'eau dans le réservoir SOL, sur chaque carreau entier.
- 9) **CARTETEMP**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique représentant la température, sur chaque carreau entier.
- 10) **COEFIMP**
Ce vecteur permet de définir la fraction de surface imperméable sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer une fraction de surface imperméable différente de TRI lue sur le vecteur SOL3.
- 11) **COEFINF**
Ce vecteur permet de définir le coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un coefficient d'infiltration différent de CIN lu sur le vecteur SOL1.

- 12) **COEFINFILT**
Ce vecteur permet de définir carreau par carreau, les coefficients d'infiltration particuliers du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE.
- 13) **COEFVNB**
Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un coefficient de vidange bas du réservoir NAPPE différent de CVNB lu sur le vecteur SOL1.
- 14) **COEFVNH**
Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE différent de CVNH lu sur le vecteur SOL1.
- 15) **COEFVSI**
Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL différent de CVSI lu sur le vecteur SOL1.
- 16) **CONTRAINTE**
Ce vecteur permet de spécifier les cotes à atteindre pour certains jours, pour les barrages fictifs de code 2 (voir vecteur facultatif BARRAGE).
- 17) **CTP (Coefficient de Transfert Particulier)**
Vecteur donnant les coefficients de transfert particulier.
- 18) **DATARELEVE**
Ce vecteur permet de définir les jours où l'on veut réajuster les stocks de neige sur le bassin à partir des relevés faits ces jours là.
- 19) **EAUIRRIG**
Ce vecteur permet de fixer les volumes d'eau qui seront prélevés dans chacun des réservoirs pour l'irrigation.
- 20) **EAUPOTAB**
Ce vecteur permet de fixer les volumes d'eau qui seront prélevés dans les réservoirs pour l'eau potable.
- 21) **EVAPOBAR**
Ce vecteur permet de fixer le pourcentage d'évaporation qui sera prélevé à la surface de chaque réservoir. Par défaut, aucune évaporation dans les réserves d'eau des barrages n'est prélevée.

- 22) **EVAPORIV**
Ce vecteur permet de fixer les options d'évaporation en rivière. Par défaut, aucune évaporation en rivière n'est prélevée.
- 23) **EXUBIS**
Le vecteur EXUBIS permet de définir une sortie supplémentaire sur un carreau partiel. C'est le cas d'un lac qui possède un second exutoire ou d'une dérivation partielle de l'eau transitant dans le carreau.
- 24) **HAUINF**
Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un seuil d'infiltration vers le réservoir NAPPE différent de HINF lu sur le vecteur SOL2.
- 25) **HAUINT**
Ce vecteur permet de définir le seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant (mm). Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL différent de HINT lu sur le vecteur SOL2.
- 26) **HAUNAP**
Ce vecteur permet de définir le seuil de vidange supérieure du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant (mm). Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer le seuil de vidange supérieur du réservoir NAPPE différent de HNAP lu sur le vecteur SOL2.
- 27) **HAUPOT**
Ce vecteur permet de définir spatialement le seuil (mm) de prélèvement de l'eau à taux potentiel, par évapotranspiration dans le réservoir SOL. Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer un seuil d'évaporation à taux potentiel différent de HPOT lu sur le vecteur SOL2.
- 28) **HURIMP**
Ce vecteur permet de définir spatialement la lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables (mm). Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut imposer une lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement différent de HRIMP lu sur le vecteur SOL2.
- 29) **HAUSOL**
Ce vecteur permet de définir la hauteur du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant (mm). Ce vecteur définit la zone IMIN, IMAX, JMIN et JMAX pour laquelle on veut que la hauteur du réservoir SOL soit différente de HSOL lue sur le vecteur SOL2.

- 30) **HAUTEURMAX**
Ce vecteur définit la hauteur maximale possible d'emmagasinage pour les barrages de code 1 (vecteur facultatif BARRAGE).
- 31) **LAC**
Ce vecteur permet de tenir compte, pour le calcul des coefficients de transfert, des lacs chevauchant plusieurs carreaux partiels ou encore d'exclure du carreau partiel les lacs non situés sur le réseau d'écoulement.
- 32) **MODIF**
Ce vecteur permet de modifier les données physiographiques des carreaux entiers, après qu'elles eurent été lues sur le fichier des données physiographiques préparées.
- 33) **RELEVE**
Ce vecteur permet d'initialiser en début de simulation, et avant chaque nouvelle période, les stocks de neige à chacune des stations météorologiques.
- 34) **SURFACE**
Ce vecteur définit la superficie de chacun des bassins versants correspondant aux stations hydrométriques réelles et aux stations fictives dans l'ordre défini par le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparés et le vecteur STATIONFIC.
- 35) **SURFIMPERM**
Vecteur donnant la fraction de surface imperméable des carreaux entiers.
- 36) **TURBINAGE**
Ce vecteur permet de spécifier les débits journaliers constants qui doivent être évacués des barrages.
- 37) **VOLINIT (VOLUME INITIAL)**
Ce vecteur permet d'initialiser les volumes emmagasinés dans les barrages au premier jour de simulation.
- 38) **VOLIMIDEV**
Ce vecteur permet de fixer le volume minimal que doit contenir un barrage fictif (KODBAR=2) pour que le déversement soit calculé par le modèle.

4.4.3 Les vecteurs induits

La description complète des informations contenues sur chacun de ces vecteurs est donnée aux Annexes G.3.1 à G.3.8.

- 1) **NIVEAU**
Ce vecteur est induit par le vecteur facultatif BARRAGE, lorsque ce dernier comporte des barrages de code 1 ou 2.

2) VOLUME

Ce vecteur est employé lorsque le code du barrage correspondant vaut 1. Il doit toujours suivre le vecteur induit NIVEAU.

3) DEBIT

Ce vecteur est employé lorsque le code du barrage correspondant vaut 2. Il doit toujours suivre le vecteur induit NIVEAU.

4) DATE

La présence de ce vecteur est rendue nécessaire si, sur le vecteur obligatoire OPTION, le paramètre KODSIM vaut 1. Il permet de fixer la date à laquelle les données météorologiques sont lues sur les vecteurs METEO.

5) DEBITMOY

Ce vecteur permet de réinitialiser le débit moyen sortant de chaque carreau partiel et les hauteurs d'eau dans les réservoirs, lorsque le modèle fonctionne par périodes discontinues (NBJRAN inférieur à 365 sur le vecteur obligatoire SIMULATION).

6) RELEVEMOY

Ce vecteur permet de réajuster l'équivalent en eau du manteau nival sur une partie ou l'ensemble du bassin versant.

7) METEO

Ce vecteur contient les informations météorologiques journalières pour l'intervalle de temps défini sur le vecteur induit DATE.

8) CORPREC (CORrection PRECipitations)

Ce vecteur permet de modifier les précipitations sur chaque carreau entier. Ce vecteur est induit par la variable KPREC du vecteur obligatoire OPTION.

4.5 Les messages d'avertissement et d'erreur

Le programme vérifie les vecteurs et les options utilisés par l'utilisateur et s'il y a erreur ou incompatibilité, un message est produit. Selon le cas, trois types de messages peuvent être produits:

- a) certaines options sont soit inconsistantes, soit d'usage très particulier. Le programme produit un message d'avertissement "... ATTENTION etc ...", puis s'exécute normalement;
- b) certains vecteurs sont erronés. Le programme produit un message et va tenter de poursuivre ses lectures le plus possible, pour s'arrêter avant la phase de simulation proprement dite. Nous appellerons ce cas "erreur fatale en différé";
- c) les erreurs rencontrées sont trop graves ou se produisent lors de la simulation proprement dite. Le programme produit un message et s'arrête aussitôt.

Dans chaque cas, le message produit indique la cause de l'erreur et donne, entre parenthèse, le nom du programme ou du sous-programme qui a détecté l'erreur et la section du manuel où l'on peut trouver des informations supplémentaires sur les causes de l'erreur.

4.5.1 Les messages d'avertissement

4.5.1.1 Attention (dans CEQUEAU-ONU), carreaux non conformes

Ce message apparaît lorsqu'on tente d'utiliser les vecteurs facultatifs CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL ou CARTETEMP sur un bassin dont les carreaux ne sont pas conformes. Ceci ne s'applique que si l'on a utilisé les données de la banque "Hydrologic Square Grid System" pour la formation des banques physiographiques et de drainage. Dans ce cas, les vecteurs précédents sont ignorés.

4.5.1.2 Attention (dans ECRIRE), coefficient d'infiltration variable

Ce message signifie simplement que les vecteurs facultatifs COEFINFILT ont été utilisés. Les valeurs des coefficients seront produites ultérieurement.

4.5.1.3 Attention (dans ECRIRE), coefficient de transfert = X "y"ième station, carreau partiel numéro "z"

Lorsqu'un barrage est situé sur le bassin versant, le carreau partiel immédiatement en amont doit avoir un coefficient de transfert très proche de l'unité (Section 4.3.4). Toutefois, ce coefficient étant calculé automatiquement, cela peut ne pas être le cas.

Le programme produit ce message pour le carreau immédiatement en amont de chaque barrage, dont le coefficient de transfert est inférieur à 0,999.

Il est possible de redéfinir ces coefficients de transfert à l'aide des vecteurs facultatifs CTP.

4.5.1.4 Attention (dans AMORCE), modification des stations météorologique du fichier HYDROMETEO (HMC)

Ce message avertit que les stations météorologiques utilisées changent entre la date correspondant au début des données de la banque MÉTÉO et la date réelle de simulation.

4.5.1.5 Attention (dans CEQUEAU-ONU), NCP1 = i, hors limites

Le programme s'assure que le paramètre NCP1 dans le vecteur obligatoire SIMULATION, est compris dans l'intervalle [0, NBCP]. Dans le cas contraire, zéro est affecté à NCP1, ainsi qu'à NCE1, au lieu de la valeur rencontrée (NCE1 est le numéro du carreau entier contenant le carreau partiel NCP1).

4.5.1.6 Attention (dans ECRIRE), pourcentage de sol imperméable variable

Ce message signifie simplement que les vecteurs facultatifs SURFIMPERM ont été utilisés. Les pourcentages seront produits ultérieurement.

4.5.1.7 Attention (dans CEQUEAU-ONU), transfert supprimé

Ce message apparaît quand la variable MOTRAN du vecteur obligatoire OPTION vaut -1. Dans ce cas là, seule la phase production du modèle est activée. Cela est utile quand on ne s'intéresse qu'à l'enneigement au sol (voir vecteur facultatif CARTENEIGE).

4.5.1.8 Attention (dans EXPLOI), 50 itérations

Dans le cas d'un barrage avec contrainte sur les cotes journalières, le modèle essaie d'arriver à la cote imposée par dichotomie (Section 4.3.6).

S'il est impossible d'arriver à la cote imposée à 3 cm près, le message est produit, suivi des variables suivantes:

- volume évacué du barrage (Mm³);
- cote à la cinquantième itération (m);
- cote imposée du jour (m);
- volume entrant dans le barrage (m³);
- volume emmagasiné dans le barrage (Mm³).

4.5.1.9 Attention (dans DEBAR), 50 itérations, station i

Le calcul du débit sortant des réservoirs se fait par dichotomie, en résolvant l'équation $g(x) = 0$ sur un intervalle $[b, a]$ déterminé à chaque pas de temps (Section 4.3.5).

Le critère d'arrêt ε est calculé à chaque pas de temps, avec:

$$\varepsilon = \max (10, a/10\ 000)$$

Ce message apparaît lorsque la longueur de l'intervalle $[b, a]$ reste supérieure à ε après 50 itérations.

Le modèle continuera de s'exécuter, en retenant pour solution de l'équation $g(x) = 0$, la valeur $x = 1/2 (a_{50} + b_{50})$, où a_{50} et b_{50} sont les valeurs des bornes à l'itération 50.

4.5.1.10 Attention (dans CEQUEAU-ONU), NTHIES = 1, NTEMP = 3 Le programme affecte la valeur 1 À NTEMP

Le programme affecte la valeur 1 à NTEMP et poursuit les calculs normalement. Ceci est nécessaire car si NTHIES = 1, il faut que NTEMP soit aussi égal à 1 (voir vecteur obligatoire OPTION).

4.5.1.11 Attention (dans CRIGRA), nombre de mois supérieur à 600

Le sous-programme CRIGRA garde en mémoire les débits moyens mensuels et les débits journaliers maximum mensuels pour faire des graphiques à la fin de la simulation. Les dimensions actuelles du programme permettent 600 mois au maximum. Si le nombre de mois simulés est supérieur à 600, le message apparaît et seulement les données reliées aux 600 premiers mois sont générées.

4.5.1.12 Attention (dans CEQUEAU-ONU), NTHIES = 3, NTEMP = 1 et COET = "X" Le programme affecte la valeur 3 À NTEMP

Le programme affecte 3 à NTEMP et poursuit les calculs normalement. Ceci est nécessaire, car si COET est différent de zéro, NTEMP doit avoir la même valeur que NTHIES (voir vecteur obligatoire SOL3).

4.5.2 Les erreurs fatales différées

4.5.2.1 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), coïncidence carreau partiel = i

Le modèle ne tolère pas la présence d'un second exutoire sur le carreau partiel i, où il y a déjà un barrage. Revoir les vecteurs facultatifs EXUBIS et BARRAGE pour éliminer cette coïncidence.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.2 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), date sur un vecteur "X" hors simulation

où "x" représente l'un ou l'autre des mots-clé CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL, CARTETEMP ou DATERELEVE.

Les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation. Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.3 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), double définition de station, carreau partiel = i

Le modèle vérifie que les stations fictives ne sont pas situées sur le même carreau partiel qu'une station hydrométrique. Le nombre i est le numéro du carreau partiel en cause.

Vérifier le vecteur facultatif STATIONFIC.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.4 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), fin des données météo le i-j-k

La banque des données météorologiques n'a été créée que jusqu'au jour i-1, du mois j de l'année k. Lorsque la fin du fichier est rencontrée au début d'une nouvelle année de simulation, le programme s'arrête aussitôt. Dans le cas contraire, il y a sortie de la boucle journalière pour produire les résultats de la portion d'année simulée avant la détection de l'erreur, puis arrêt. Revoir les paramètres NAFIN et JRFIN du vecteur obligatoire SIMULATION.

4.5.2.5 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), le fichier commence en i

On demande de simuler le bassin versant à une date antérieure à l'année i, année où débute l'enregistrement des données météorologiques.

Revoir les paramètres NADE et JRDEP du vecteur obligatoire SIMULATION ou la préparation des données hydrométriques et météorologiques.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.6 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), trop de stations

NBSH = i
 NSTAT = j
 NBGRA = k

On peut avoir au maximum 20 stations fictives.

Si le fichier est correct (nombre de stations hydrométriques NBSH inférieur ou égal à 10), vérifier que le nombre de stations fictives NSFIC, ainsi que le nombre NB2E de carreaux à double exutoire (vecteur facultatif EXUBIS), respectent l'inégalité $NSFIC + NB2E \leq 20$.

Rappelons que l'on a $NSTAT = NBSH + NSFIC$.

Le programme tentera d'analyser les vecteurs suivants pour s'arrêter avant la boucle annuelle, mais il y a risque de débordement de mémoire aboutissant à un arrêt aléatoire.

4.5.2.7 Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - NIVEAU -

Au moment de lire un vecteur induit NIVEAU, le mot-clé "x" a été lu. Pour chaque station, fictive ou réelle, pour laquelle on a déclaré un barrage de code 1 ou 2 (voir vecteur facultatif BARRAGE), on doit lire un vecteur induit NIVEAU.

Revoir l'ordre des vecteurs précédents et les codes de barrage sur le vecteur BARRAGE.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.8 Erreur (dans AFFECT)

Nombre de postes reconnus = i, sur fichier = j	
Numéro sur vecteur (*.PAH)	Numéro sur fichier (*.HMC)
-----X ₁ -----	-----Y ₁ -----
-----X ₂ -----	-----Y ₂ -----
-----X _j -----	-----Y _j -----

Le fichier des données hydrométriques et météorologiques a été préparé avec j stations, mais la lecture des vecteurs obligatoires POSTEMETEO n'a permis d'en reconnaître qu'un nombre i.

Les X représentent les numéros lus sur vecteur et les Y ceux lus sur le fichier des données hydrométriques et météorologiques

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

**4.5.2.9 Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé.
On doit lire un VECTEUR INDUIT - VOLUME -**

Au moment de lire un vecteur induit VOLUME, le mot-clé "x" a été lu. Pour chaque station réelle pour laquelle on a déclaré un barrage de code 1 (voir vecteur facultatif BARRAGE), on doit lire un vecteur induit VOLUME.

Revoir l'ordre des vecteurs BARRAGE, NIVEAU, VOLUME et DEBIT.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.10 Erreur (dans AFFECT), i stations météo sur le carreau entier j

Le modèle CEQUEAU-ONU ne tolère pas qu'il y ait plus d'une station météorologique par carreau entier. Il faut modifier les paramètres ICA et JCA des vecteurs obligatoires POSTEMETEO.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

**4.5.2.11 Erreur (dans AMORCE), "X"ième station
Station hydrométrique (DOT) = j
Station hydrométrique (MARR) = k**

Il y a incompatibilité entre le numéro j d'une station hydrométrique définie dans le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées et le numéro k de cette même station définie dans le premier vecteur MARR. Cette erreur est apparue sur la "X"ième station.

Cette erreur découle d'une mauvaise création du fichier des données hydrométriques et météorologiques.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.12 Erreur (dans DURUB), dimensionnement incorrect

NBCE = i
NBCP = j
NBSH = k
NBPMAX = l

Le dimensionnement actuel du programme nécessite que toutes les inégalités suivantes soient réalisées:

- nombre de carreaux entiers NBCE \leq 1000;
- nombre de carreaux partiels NBCP \leq 2500;
- nombre de stations hydrométriques NBSH \leq 50;
- nombre de stations météorologiques NBPMAX \leq 100.

Les nombres i, j, k et l représentent les valeurs réellement rencontrées.

4.5.2.13 Erreur (dans DURUB), fichier non conforme bloc = "X"

Les données du fichier des données physiographiques (extension PBR) ne sont plus compatibles avec le modèle CEQUEAU-ONU, à partir du bloc "x", qui est le nom du vecteur en défaut, à savoir l'un des suivants:

MARR INI
MARR
MACE
MACP
IJS

L'information à partir du bloc "x" est absente du fichier des données physiographiques; cette erreur découle d'une mauvaise création du fichier des données physiographiques.

Le programme tentera d'analyser les vecteurs suivants pour s'arrêter avant la boucle annuelle.

4.5.2.14 Erreur (dans DURUB), système métrique nécessaire

Les données météorologiques et hydrométriques dans le système métrique doivent être utilisées.

Le programme analysera les vecteurs de données et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.15 Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR CTP

Un numéro de carreau partiel dont on veut modifier le coefficient de transfert est négatif ou supérieur à NBCP, nombre total de carreaux partiels du bassin versant.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.16 Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR EXUBIS, ICP = i, ICPBIS = j

Le carreau partiel ICP, ayant un double exutoire, n'existe pas (i en dehors de l'intervalle [1, NBCP]), où le second exutoire n'est pas un numéro vraisemblable (j en dehors de l'intervalle [0, NBCP]).

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.17 Erreur (dans LIRFAC), VECTEUR MODIF, Code = i

Seules sont modifiables les données physiographiques suivantes: pourcentage de lac, pourcentage de forêt, pourcentage de marais et altitude des carreaux entiers (code respectif 1, 2, 3 ou 4).

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.18 Erreur (dans LIRFAC), Code LAC = 1 pour l'exutoire

Il ne peut pas y avoir de reconstitution de lac sur le carreau partiel de l'exutoire principal, puisque ce lac chevauche le carreau partiel numéro 1 et celui qui est en aval. Revoir les vecteurs facultatifs LAC.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.19 Erreur (dans LIRFAC), Jour = i sur VECTEUR CONTRAINTE

Le modèle a rencontré une valeur i supérieure à 366. Seule la valeur de la cote imposée au jour i est sautée, le reste du vecteur est analysé.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.20 Erreur (dans LIRFAC), trop de barrages

En raison des dimensions du programme, on ne peut pas définir plus de 100 barrages à l'aide des vecteurs facultatifs BARRAGE, que ce soit de code 1 ou 2.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.21 Erreur (dans LIRFAC), trop de vecteurs "X"

où "x" représente l'un ou l'autre des mots-clé suivants: CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL, CARTETEMP, DATERELEVE, CONTRAINTE ou EXUBIS. Voir les descriptions de ces vecteurs pour les restrictions.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.22 Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé des VECTEURS FACULTATIFS INCONNU ou DÉPLACÉ

où "x" représente les 10 premiers caractères du vecteur lu.

Ce message est donné par le sous-programme LIRFAC, au cours du décodage des vecteurs facultatifs.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.23 Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - DEBIT -

Au moment de lire un vecteur induit DEBIT, le mot-clé "x" a été lu. Pour chaque station fictive pour laquelle on a déclaré un barrage de code 2 (voir vecteur facultatif BARRAGE), on doit lire un vecteur induit DEBIT.

Revoir l'ordre des vecteurs BARRAGE, NIVEAU, VOLUME et DEBIT.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.24 Erreur (dans LIRFAC), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire "N" VECTEURS "Y"

En fonction des variables lues sur le fichier des données hydrométriques et météorologiques ou sur vecteur obligatoire, on peut être obligé de lire plusieurs vecteurs facultatifs de même mot-clé pour obtenir l'information complète. Le programme calcule le nombre de vecteurs nécessaires (N) et essaie de les lire. Si le mot-clé n'est pas reconnu pour les N vecteurs, le programme génère ce message où "Y" est le mot-clé qui doit être lu et "X" représente le mot-clé lu.

Revoir les vecteurs "Y". Le tableau suivant liste les vecteurs où cette erreur peut se produire et donne le nombre de vecteurs qui doivent être lus en fonction du format de lecture.

MOT-CLÉ	NOMBRE DE MOTS À LIRE	FORMAT	NOMBRE DE ¹ VECTEURS À LIRE
BARRAGE	NSTAT	I5	NSTAT/14
COEFINFILT	NBCE	F5.4	NSTAT/14
HAUTEURMAX	NSTAT	F10.3	NSTAT/14
LAC	NBCP	I1	NBCP/70
MODIF	NBCE	I5	NBCE/14
RELEVE	NBPM * 2	F5.2	NBPM/7
SURFACE	NSTAT	F10.3	NSTAT/7
SURFIMPERM	NBCE	F5.4	NBCE/14
TURBINAGE	NSTAT	F10.3	NSTAT/7
VOLINIT	NSTAT	F10.3	NSTAT/7
VOLMIDEV	NSTAT	F10.3	NSTAT/7

où:

NSTAT : nombre total de stations (réelles et fictives);
 NBCE : nombre de carreaux entiers;
 NBCP : nombre de carreaux partiels;
 NBPM : nombre de stations météorologiques.

Le programme tentera d'analyser les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.25 Erreur (dans LIRFAC), trop de stations fictives

A la lecture des vecteurs facultatifs STATIONFIC, on a dépassé la limite permise par les dimensions actuelles du programme, de 100 stations fictives.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.26 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), on a lu "NO" pour le paramètre NANHDR

La variable NANHDR lue sur le vecteur obligatoire OPTION doit être comprise entre 1 et 12 et indique le mois débutant l'année hydrologique.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

1 Le nombre obtenu par la division est complété à l'unité supérieure.

4.5.2.27 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), la période à simuler est discontinue et chevauche deux années hydrologiques

JRDEP = i, JRFIN = j, NJRAN = k

En simulation discontinue, la période à simuler doit être comprise dans une même année hydrologique.

Le programme analysera les vecteurs suivants et s'arrêtera avant la boucle annuelle.

4.5.2.28 Erreur (dans LIRFAC) numéro de stations fictives = "no" Nombre de carreaux partiels NBCP = nb"

Le numéro "no" d'une station fictive est plus grand que le nombre de carreaux partiels "nb".

Les numéros des stations fictives doivent être compris entre 2 et NBCP.

4.5.3 Les erreurs entraînant un arrêt immédiat du programme

4.5.3.1 NOMBRE D'ERREURS FATALES = i

Ce message est la conséquence des erreurs fatales en différé, listées dans la section précédente.

4.5.3.2 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé des VECTEURS OBLIGATOIRES

où "x" représente les huit premiers caractères du vecteur lu.

Deux causes peuvent engendrer cette erreur:

- "x" ne correspond pas à un mot-clé autorisé pour les vecteurs obligatoires;
- "x" n'a pas été lu dans l'ordre prévu. Rappelons que les vecteurs obligatoires doivent être introduits en ordre (Section 4.4.1).

Lorsqu'un tel cas se produit, le programme liste les vecteurs suivants sans les analyser et s'arrête après le dernier vecteur.

4.5.3.3 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé

On doit lire un VECTEUR INDUIT - DATE -

où "x" représente les huit premiers caractères du vecteur lu.

Si le paramètre KODSIM du vecteur obligatoire OPTION est égal à 1, on doit lire, au début de chaque année à simuler, un vecteur induit DATE qui donne les numéros des jours où on doit lire les données météorologiques sur vecteur. La position de ce vecteur dépend des autres vecteurs utilisés et peut être déduite à l'aide de la Figure 4.11.

Le programme liste les vecteurs suivants et se termine.

4.5.3.4 Erreur (dans AMORCE), fin de fichier nombre de records lus = x

La partie des données hydrométriques et météorologiques qui aurait dû être créée par le programme de préparation des données n'existe pas. Voir le Chapitre 3.

Le programme liste les vecteurs suivants, sans les analyser, et se termine.

4.5.3.5 Erreur (dans RESTOK), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - RELEVEMOY -

Lors de la lecture des stocks de neige, afin de les réajuster, le programme n'a pas trouvé le mot-clé RELEVEMOY.

Le programme liste les vecteurs suivants, sans les analyser, et se termine.

4.5.3.6 Erreur (dans STOKAM), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - DEBITMOY - ou un VECTEUR FACULTATIF -RELEVE - ou - VOLINIT

Pour le premier jour de chaque période discontinue de simulation, on doit lire obligatoirement un vecteur induit DEBITMOY et, facultativement, des vecteurs RELEVE et VOLINIT.

Dans le cas présent, aucun de ces trois mots-clé n'a été reconnu et "x" indique le mot lu.

Vérifier l'ordre des vecteurs à l'aide de la Figure 4.11.

Le programme liste les vecteurs suivants et se termine.

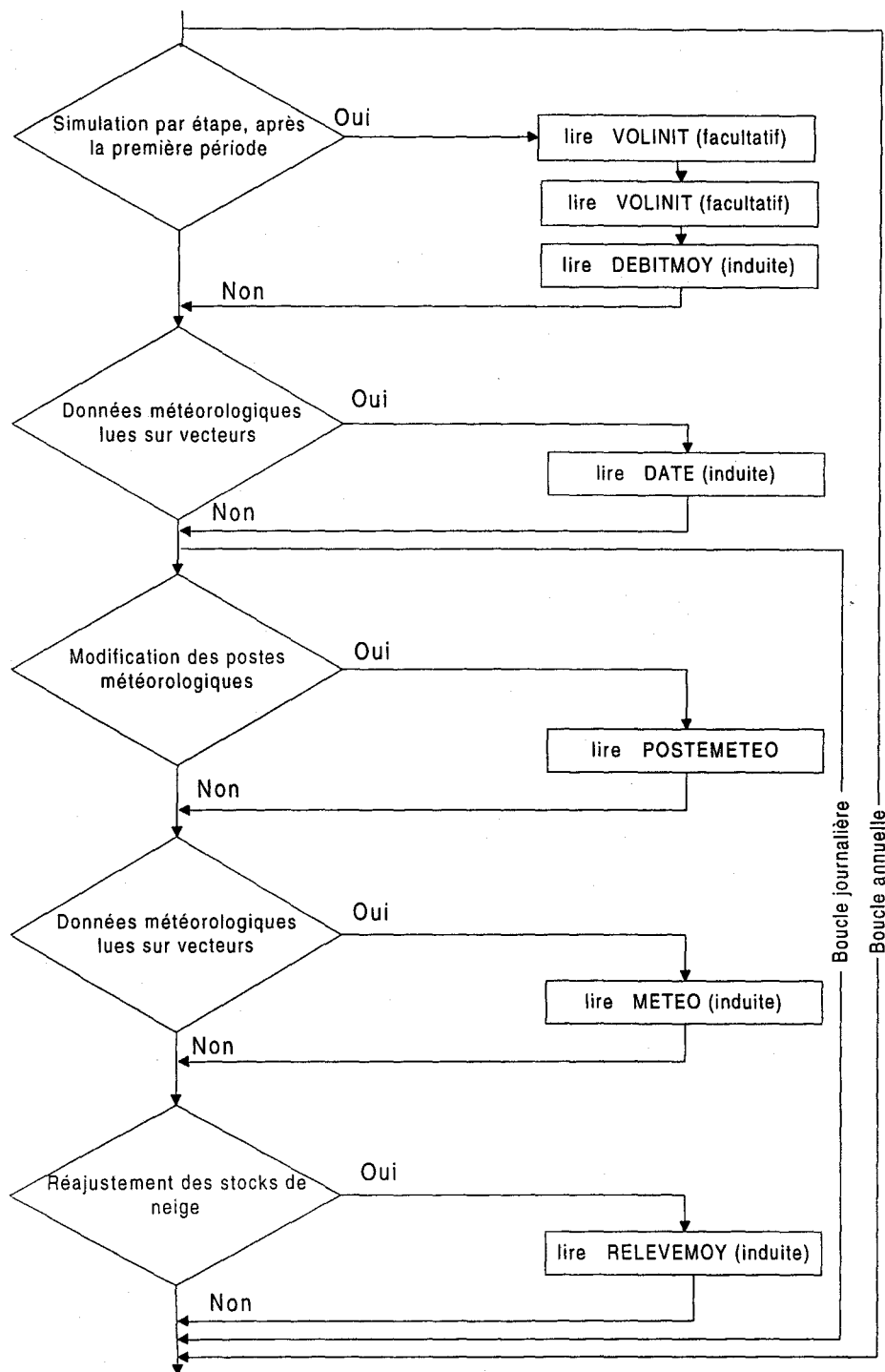


Figure 4.11 Imbrication des différents vecteurs de données durant la phase de simulation.

4.5.3.7 Erreur (dans DEBAR), 50 changements de bornes, station i

Il est impossible de calculer le débit sortant du réservoir de la station i. En effet, le modèle a tenté de trouver un intervalle $[b, a]$ où l'équation $g(x) = 0$ avait une racine (Section 4.3.5), mais cela n'était pas possible après 50 changements de bornes.

Après la détection de cette erreur, le modèle s'arrête. Il est possible que la loi donnant le débit en fonction de l'emmagasinage soit incorrecte. Revoir le vecteur induit DEBIT et s'assurer que la loi reste satisfaisante, même pour les valeurs extrêmes. Vérifier également que le volume initial dans le barrage (vecteur facultatif VOLINIT) est cohérent avec le débit du premier jour.

4.5.3.8 Erreur (dans AFFECT), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR OBLIGATOIRE - POSTEMETEO -

Au moment de lire les vecteurs obligatoires POSTEMETEO, on a rencontré le mot-clé "x".

Le programme liste les vecteurs suivants et s'arrête.

4.5.3.9 Erreur (dans CEQUEAU-ONU), "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - METEO

Au moment de lire les données météorologiques sur le vecteur METEO, on a lu le mot-clé "x".

Vérifier les paramètres NDECAR et NFICAR du vecteur induit DATE et l'ordre des vecteurs dans la phase simulation à l'aide de la Figure 4.11.

Le programme liste les vecteurs suivants et s'arrête.

4.5.3.10 Erreur (dans LIRFAC), le ou les VECTEURS FACULTATIFS - STATIONFIC - doivent être les premiers VECTEURS FACULTATIFS

Si on utilise les vecteurs facultatifs STATIONFIC, ils doivent être placés après les vecteurs induits CORPREC, s'ils existent, sinon immédiatement après les vecteurs POSTEMETEO.

Le programme liste les vecteurs suivants et s'arrête.

4.5.3.11 Erreur (dans STOKAM), "Y" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire "N" VECTEURS "X"

En fonction du nombre de stations météorologiques et du nombre de stations hydrométriques réelles et fictives, on peut être obligé de lire plusieurs vecteurs RELEVE et VOLINIT.

Le programme calcule le nombre de vecteurs nécessaires

$$N = \text{NBPM} * 2/14$$

ou

$$N = \text{NSTAT}/7$$

et essayez de les lire. Si le mot-clé n'est pas reconnu pour les "N" vecteurs, le message ci-dessus est affiché, où "Y" représente le mot-clé qui a été lu.

Notons que cette erreur, avec les vecteurs RELEVE et VOLINIT, peut être détectée à deux endroits différents: soit dans LIRFAC, au début de la simulation, et dans STOKAM, si on simule des périodes discontinues.

Le programme liste les vecteurs suivants et s'arrête.

4.5.3.12 Erreur (dans AFFECT) "X" est un mot-clé inconnu ou déplacé. On doit lire un VECTEUR INDUIT - CORPREC -

Si la variable KPREC du vecteur obligatoire OPTION est égale à 1, on doit nécessairement lire au moins un vecteur induit CORPREC à chaque fois qu'on affecte ou réaffecte les stations météorologiques sur le bassin versant.

Le programme liste les vecteurs suivants et s'arrête.

4.6 Calage du modèle

L'application du modèle CEQUEAU-ONU à un bassin versant nécessite l'ajustement de paramètres pour que le modèle reproduise le mieux possible les débits observés. L'ajustement des paramètres du modèle CEQUEAU-ONU se fait par essais et erreurs: on modifie les paramètres et on analyse les nouveaux résultats, pour déterminer si l'on doit continuer à modifier les paramètres et dans quel sens. Les essais permettent également de se familiariser avec les interactions des paramètres du modèle, c'est-à-dire de connaître le sens et l'amplitude des modifications de l'hydrogramme simulé apportées par la modification d'un paramètre. La procédure d'ajustement des paramètres varie d'un bassin versant à l'autre; on peut cependant en déterminer les étapes nécessaires et les règles générales.

4.6.1 Premier essai

Pour obtenir une première simulation, on doit préparer le fichier des paramètres et options de simulation (Section 4.4). Pour le premier essai, on peut simuler pour une période limitée de temps. Par exemple, même si les données météorologiques sont disponibles pour plusieurs années, on utilise, pour débiter, seulement une ou deux années complètes.

La valeur des paramètres pour le premier essai peut être déterminée de la façon suivante:

- les constantes sont déterminées à l'aide des caractéristiques hydrologiques et physiographiques du bassin versant étudié (ex.: latitude moyenne, temps de concentration, etc...);
- les paramètres déterminés en relation avec la physique du phénomène sont fixés par des études extérieures au modèle (ex.: paramètre de fonte de neige, coefficient de correction des précipitations en fonction de l'altitude, etc...);
- quant aux autres paramètres, aucune règle fixe ne peut en déterminer la valeur; seules l'expérience et la connaissance de leur interaction peuvent permettre un bon ajustement. Pour déterminer les valeurs de ces paramètres pour le premier essai, on peut prendre les valeurs utilisées pour la simulation d'un bassin versant voisin, si elles existent. Sinon, on peut utiliser les mêmes paramètres que ceux utilisés pour l'exemple de la Section 4.6.3.

4.6.2 Analyse des résultats

La vérification de l'ajustement du modèle se fait par l'analyse des résultats numériques et graphiques.

a) Analyse des résultats numériques

Pour chacune des stations hydrométriques du bassin versant étudié, et pour chaque année simulée, le modèle CEQUEAU-ONU calcule:

- la lame annuelle des débits observés et calculés;
- les lames mensuelles des débits observés et calculés;
- le débit journalier maximal observé et maximal calculé;
- le débit journalier minimal observé et minimal calculé;

Afin de quantifier la précision des résultats, le modèle calcule également deux critères d'ajustement:

- le coefficient de corrélation, défini par:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - \bar{q}_c) (q_{oi} - \bar{q}_o)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - \bar{q}_c)^2 \sum_{i=1}^n (q_{oi} - \bar{q}_o)^2}} \quad (4,36)$$

où:

q_{ci} et q_{oi} : débits calculés et observés du jour i ;

\bar{q}_{ci} et \bar{q}_{oi} : moyennes respectives de q_{ci} et q_{oi} sur les n jours servant au calcul du coefficient;

Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1. Il indique surtout la covariance entre les valeurs calculées et observées. Il est sensible aux déphasages. En effet, une valeur élevée de R peut signifier simplement un comportement homothétique des deux populations;

- le coefficient de Nash¹ (NTD), défini par:

$$NTD = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (q_{ci} - q_{oi})^2}{\sum_{i=1}^n (q_{oi} - \bar{q}_o)^2} \quad (4,37)$$

Il représente le rapport de la variance résiduelle à la variance des débits observés. Il vaut 1 lorsque les débits simulés q_{ci} sont identiques aux débits observés q_{oi} . A mesure que la différence entre les débits calculés et observés s'accroît, le coefficient décroît et peut même devenir négatif.

À la fin de la simulation, le modèle calcule, pour chacune des stations hydrométriques, les débits observés et les débits simulés classés.

¹ Nash, J.E. and Sutcliffe, J.V. (1970). "Riverflow forecasting through conceptual model". Journal of Hydrology, 10: 282-290.

b) Analyse des résultats présentés sur graphique

Les critères numériques vus précédemment nous permettent d'obtenir un indice global de la précision des simulations mais ils ne nous indiquent pas la partie du cycle hydrologique qui est simulée correctement. Des graphiques tels que l'hydrogramme, l'hétéogramme, la courbe des débits classés, etc, peuvent nous permettre l'analyse des simulations pour déterminer la précision des simulations des composantes spécifiques telles que les étiages, les crues, la fonte de neige, le synchronisme des débits calculés par rapport aux débits observés, etc. Pour faciliter cette étude, CEQUEAU-ONU permet de produire différents graphiques à partir des débits observés et calculés, des données météorologiques et avec des données spatiales utilisées pour les simulations.

Les graphiques disponibles et leur utilité seront montrés à la Section 4.8.4.

4.6.3 Modification des paramètres

En fonction des résultats obtenus lors des simulations précédentes, la modification des paramètres pour améliorer l'ajustement du modèle peut se faire en respectant les étapes suivantes:

- ajuster les paramètres pour que les lames annuelles des débits observés et calculés soient à peu près égales. Les paramètres à considérer sont ceux qui sont reliés à l'évapotranspiration pour augmenter ou diminuer l'écoulement annuel selon le cas. Le paramètre à considérer, en premier lieu, est HPOT (vecteur obligatoire SOL2). Les paramètres XAA et XIT (vecteur obligatoire SOL3), qu'on estime initialement à l'aide des températures moyennes mensuelles, peuvent également être modifiés.

La lame annuelle des débits calculés dépend également des données de précipitation. Si des études sur la qualité des données permettent de croire que les données d'une station sont fausses, on peut exclure cette station ou diminuer son influence en modifiant les I-J de cette station (vecteur obligatoire POSTEMETEO);

- si les données de précipitations ne sont pas représentatives d'une région, on peut augmenter ou diminuer les précipitations pour les rendre plus représentatives (vecteur induit CORPREC);
- ajuster les paramètres pour que les lames mensuelles des débits observés et calculés soient à peu près égales. Les paramètres à considérer sont ceux qui sont reliés à la fonte de neige et aux différents réservoirs;
- ajuster le synchronisme des crues. Les paramètres à considérer sont ceux qui sont reliés au transfert.

Règle générale, il apparaît plus utile de faire varier fortement le paramètre que l'on veut modifier. De plus, les paramètres n'étant pas tous indépendants les uns des autres, il est préférable de modifier un nombre restreint de paramètres par essai.

La version DOS du modèle CEQUEAU-ONU fournit le programme CEQUEOPT qui permet de déterminer la valeur des paramètres par optimisation en fonction d'une des quatre fonctions objectives proposées à l'utilisateur. Ce programme doit cependant être utilisé judicieusement pour ne pas introduire des valeurs de paramètres qui non pas de sens physique. La description et le mode d'utilisation de ce programme sont donnés dans Le Guide de l'utilisateur de CEQUEAU-ONU pour DOS.

4.7 Résultats du programme

Selon les options choisies dans le fichier des paramètres du modèle (extension PAH), le programme crée de 5 à 7 fichiers qui peuvent être utilisés pour analyser, à l'aide des graphiques, la précision des simulations ou pour conserver les débits calculés à différents endroits sur le bassin versant. Chaque fichier créé porte le nom de la simulation suivi de l'une des extensions suivantes:

- SIM Fichier des résultats généraux;
- DJO Fichier des débits ou niveaux journaliers observés et calculés aux stations hydrométriques;
- DME Fichier des débits ou niveaux mensuels observés et calculés aux stations hydrométriques;
- DSP Fichier des données spatiales du bassin versant.
On y retrouve le numéro de référence des carreaux entiers (1 à NBCE) du bassin versant principal et des sous-bassins. En fonction des options demandées, il pourra également contenir les informations suivantes: la fonte, la température, la pluie, la quantité de neige au sol et les lames d'eau dans les réservoirs SOL et NAPPE. Ces données sont relatives aux carreaux entiers du bassin versant et apparaissent dans le fichier pour les jours demandés;
- DFI Fichier des débits journaliers calculés aux stations fictives (optionnel);
- TPF Fichier de la température, de la pluie et de la fonte moyenne journalière sur le bassin versant et les sous-bassins possédant une station hydrométrique (optionnel);
- ERS Fichier des erreurs d'exécution.

4.7.1 Fichier des résultats généraux (extension SIM)

Ce fichier est toujours créé et contient les informations générales sur la simulation. On retrouve entre autres sur ce fichier:

- le nom des fichiers utilisés pour la simulation;
- les valeurs des paramètres utilisés pour la simulation;
- le ou les numéros des stations météorologiques affectées à chaque carreau entier et la pondération pour chaque station;
- les facteurs de correction des données météorologiques pour chacun des carreaux entiers;
- les coefficients de transfert calculés pour chaque carreau partiel;
- les résultats intermédiaires, s'ils ont été demandés (vecteur OPTION, paramètres JD1, JF1, NF1 et NCP1);
- la comparaison des lames d'eau mensuelles et annuelles observées et calculées à chaque station hydrométrique;
- les coefficients de précisions de Nash et de corrélation, calculés à partir des débits observés et simulés;
- les réserves d'eau dans les réservoirs et les quantités de neige au sol, en forêt et en clairière à la fin de chaque année;
- les informations sur les données utilisées pour la reconstitution si la reconstitution des débits en amont des barrages de code 1 a été demandée.

4.7.2 Fichier des débits journaliers (extension DJO)

Ce fichier est toujours créé. Il contient quatre lignes d'informations générales suivies des débits journaliers observés et calculés pour chacune des stations hydrométriques.

Les quatre lignes d'informations générales donnent:

- la période de simulation utilisée pour l'essai, soit: l'année du début, le jour du début, l'année de fin, le jour de fin, le nombre de jours simulés par an et le numéro du mois de l'année hydrologique;
- les numéros des stations hydrométriques du bassin versant;
- les superficies (km²) des bassins versants aux stations hydrométriques;
- le code de calcul des stations hydrométriques tel que spécifié sur le vecteur BARRAGE. Si la reconstitution des débits en amont des barrages de code 1 a été demandé, ces débits sont introduits à la suite des stations hydrométriques en donnant le même numéro que la station barrage et le code 4 pour indiquer que ce sont des débits reconstitués.

Les lignes suivantes donnent, pour chaque jour de la simulation, la date (année, mois, jour) et les débits journaliers observés et calculés aux stations hydrométriques. La valeur -1.0 indique un manque de donnée.

4.7.3 Fichier des débits mensuels (extension DME)

Ce fichier est toujours créé. Il contient quatre lignes d'informations générales suivies de cinq séries de données, soient les débits moyens mensuels, les débits journaliers maximum mensuel, le nombres de débits journaliers utilisés pour le calcul des débits classés et finalement les débits observés et calculés classés.

Les quatre lignes d'informations générales donnent:

- la période de simulation utilisée pour l'essai, soit: l'année du début, le mois du début, l'année de fin, le mois de fin, le nombre de jours simulés par an et le numéro du mois de l'année hydrologique;
- les numéros des stations hydrométriques du bassin versant (maximum 10);
- les superficies (km²) des bassins versants aux stations hydrométriques;

- le code de calcul des stations hydrométriques tel que spécifié sur le vecteur BARRAGE. Si la reconstitution des débits en amont des barrages de code 1 a été demandée, on introduit ces débits à la suite de ceux des stations hydrométriques en donnant le même numéro que la station barrage et le code 4 pour indiquer que ce sont des débits reconstitués.

La première série de données contient, pour chacun des mois de la simulation, la date (année, mois) et les débits moyens mensuels observés et calculés aux stations hydrométriques. La valeur -1.0 indique un manque de données.

La deuxième série de données contient, pour chacun des mois de la simulation, la date (année, mois) et les débits journaliers maximum mensuels observés et calculés aux stations hydrométriques. La valeur -1.0 indique un manque de donnée.

La troisième série de données contient le nombre de débits journaliers observés et calculés utilisés pour le calcul des débits classés qui sont donnés dans la série suivante.

La quatrième série de données contient la fréquence au dépassement et les débits journaliers observés et calculés correspondants, calculés pour la période complète de simulation pour chaque station hydrométrique. La valeur -1.0 indique un manque de donnée.

La cinquième série de données contient, pour chaque année de simulation, l'année et les valeurs du critère de Nash calculés à partir des débits journaliers observés et simulés pour la période complète de simulation aux stations hydrométriques. La valeur -99.999 indique que le critère n'a pas été calculé.

4.7.4 Fichier des données spatiales (extension DSP)

Ce fichier est toujours créé. Il contient six lignes d'informations générales suivies des numéros de référence des carreaux entiers (1 à NBCE) du bassin versant principal et des sous-bassins (maximum 9). En fonction des options demandées, on peut également retrouver pour les jours demandés, la fonte, la température, la pluie, la quantité de neige au sol et les lames d'eau dans les réservoirs SOL et NAPPE pour tous les carreaux entiers du bassin versant.

Les six lignes d'informations générales donnent:

- le nombre de carreaux entiers sur le bassin versant;
- le numéro des carreaux partiels où se situent les stations hydrométriques;
- le numéro des carreaux entiers où se situent les stations hydrométriques;
- les numéros des stations hydrométriques du bassin versant;

- les superficies (km²) des bassins versants aux stations hydrométriques;
- le code de calcul des stations hydrométriques tel que spécifié sur le vecteur BARRAGE.

Les informations que l'on retrouve à la suite sur ce fichier sont:

- les coordonnées (I-J) des stations météorologiques utilisées pour la simulation;
- les coordonnées (I-J) des carreaux entiers appartenant au bassin versant principal;
- l'altitude moyenne (m), le pourcentage de lac et marais et le pourcentage de forêt pour chacun des carreaux entiers du bassin versant.

Les lignes suivantes donnent, pour le bassin versant principal et pour chacun des sous-bassins, un chiffre indiquant si le carreau entier appartient au bassin versant. Si le carreau entier n'appartient pas au bassin versant, on retrouve le chiffre zéro (0).

En fonction des options demandées, on peut également retrouver sur ce fichier, pour chaque carreau entier du bassin versant et pour chaque jour demandé, les données suivantes: l'évaporation, la fonte, la température de l'air, la pluie, la quantité de neige au sol et les lames d'eau dans les réservoirs SOL et NAPPE. On spécifie les jours où l'on veut obtenir ces informations à l'aide des vecteurs facultatifs CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTETEMP, CARTEPLUIE, CARTENEIGE, CARTESOL et CARTENAPPE.

4.7.5 Fichier des débits journaliers calculés aux stations fictives (extension DFI)

Ce fichier est optionnel. Il n'est créé que si l'on désire calculer les débits ailleurs qu'aux stations hydrométriques. Dans ce cas, le vecteur STATIONFIC est utilisé pour déterminer les carreaux partiels où l'on désire calculer les débits. Ce fichier contient quatre lignes d'informations générales suivies des débits journaliers calculés pour chacune des stations fictives (maximum 20).

Les quatre lignes d'informations générales donnent:

- la période de simulation utilisée pour l'essai, soit: l'année du début, le jour du début, l'année de fin, le jour de fin, le nombre de jours simulés par an et le numéro du mois de l'année hydrologique;
- les numéros des carreaux partiels des stations fictives (maximum 100);
- les superficies (km²) des bassins versants aux stations fictives;

- le code de calcul des stations fictives tel que spécifié sur le vecteur BARRAGE.

Les lignes suivantes donnent, pour chaque jour de la simulation, la date (année, mois, jour) et les débits journaliers calculés aux stations fictives.

4.7.6 Fichier de la température de la pluie et de la fonte moyenne journalière (extension TPF)

Ce fichier est optionnel. Il n'est créé que si le paramètre ISTO du vecteur obligatoire OPTION vaut 1. Ce fichier contient quatre lignes d'informations générales suivies de la température, de la pluie et de la fonte moyenne journalière sur le bassin versant principal et sur les sous-bassins versants ayant une station hydrométrique (maximum 50).

Les quatre lignes d'informations générales donnent:

- la période de simulation utilisée pour l'essai, soit: l'année du début, le jour du début, l'année de fin, le jour de fin, le nombre de jours simulés par an et le numéro du mois de l'année hydrologique;
- les numéros des stations hydrométriques des bassins versants (maximum 50);
- les superficies (km²) des bassins versants aux stations hydrométriques;
- le code de calcul des stations hydrométriques tel que spécifié sur le vecteur BARRAGE.

Les lignes suivantes donnent, pour chaque jour de la simulation, la date (année, mois, jour) et les températures moyennes de l'air, la précipitation moyenne et la fonte moyenne calculée pour le bassin versant principal et pour les sous-bassins versants ayant une station hydrométrique.

4.7.7 Fichier des erreurs d'exécution (extension ERS)

Le fichier des erreurs d'exécution nous renseigne sur la façon dont s'est déroulée l'exécution du module de simulation de quantité. Dans le cas d'une simulation réussie, ce fichier contient le mot "SUCCES". Si le traitement ne s'est pas terminé normalement, il contient les messages d'erreurs.

4.8 Exemple d'utilisation

Pour illustrer les données nécessaires à la simulation de quantité ainsi que les résultats obtenus, cette section montre une application sur le bassin versant de la rivière EATON (Figure 4.12). Tous les fichiers nécessaires à la préparation des données physiographiques, météorologiques et hydrométriques sont donnés, ainsi que le fichier des paramètres pour les simulations. La rivière Eaton est située au sud du Québec et a un bassin versant de 629 km². La superficie des carreaux utilisés est de 16 km². Il y a huit stations hydrométriques sur le bassin versant et 10 stations météorologiques sont utilisées pour les simulations. Les options ont été choisies afin de limiter la dimension des fichiers des résultats.

4.8.1 Les vecteurs de données d'entrée du programme

Le Tableau 4.2 donne la liste des vecteurs nécessaires au programme pour simuler les débits pour les années 1973 et 1974. Tous les vecteurs facultatifs et induits qui peuvent être utilisés avec le modèle ne sont pas introduits puisque l'essai a volontairement été limité.

Pour débiter les simulations sur d'autres bassins versants, on peut utiliser les mêmes paramètres, sauf ceux qui dépendent réellement du bassin versant ou d'une région, tels que: latitude moyenne du bassin versant, temps de réponse, gradient de pluviométrie, etc. Ces paramètres ne donneront pas nécessairement des résultats finaux mais peuvent être utilisés comme première simulation pour le calage du modèle.

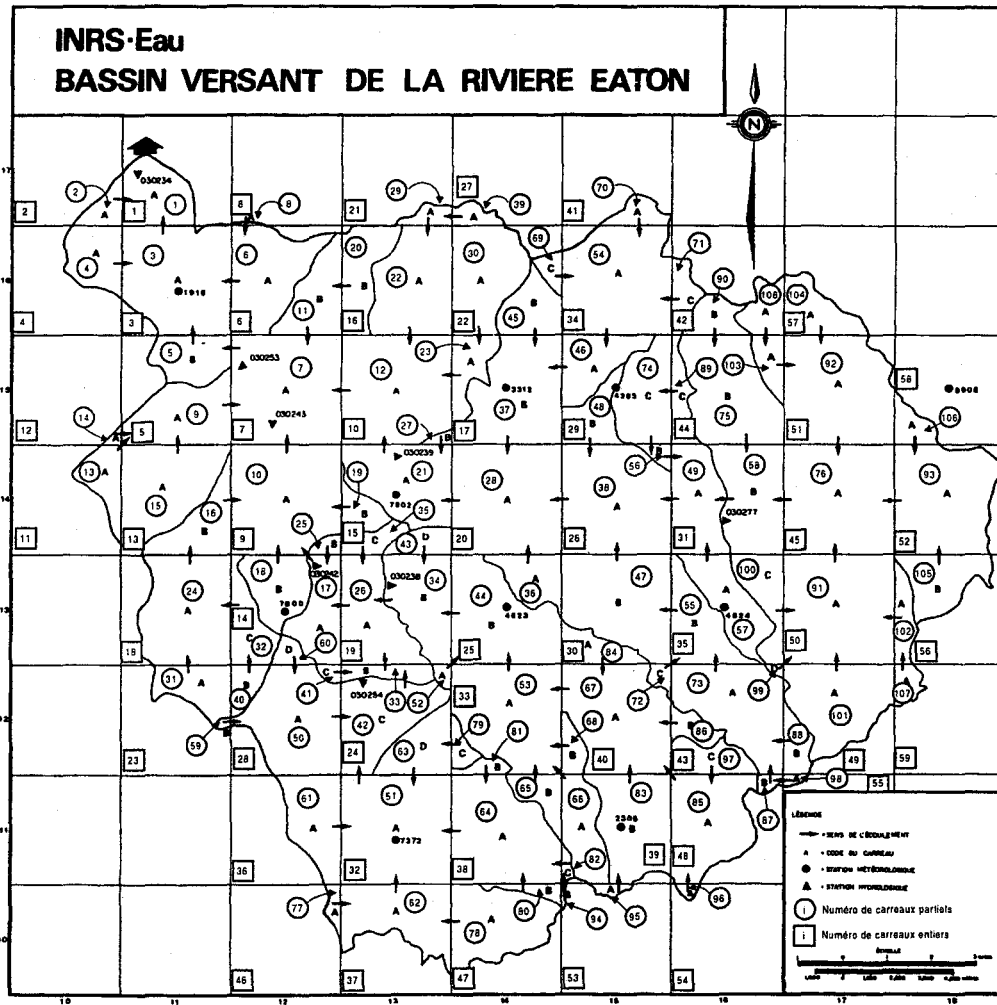


Figure 4.12 Schématisation du bassin versant de la rivière Eaton.

Tableau 4.2 Liste des vecteurs d'entrée nécessaires au programme CEQUEAU-ONU (fichier EATON.PAH).

	10	20	30	40	50	60	70	80				
SIMULATION	73	1	74	365	365	1	365	0	0	0	0	0
NEIGE	+1.		3.5		4.0		-1.0		-3.0		0.70	1.0
OPTION	80	80	0	0	1			0	3	3	1	1
SOL1	0.15		0.025		0.020		0.		0.		0.35	10.3
SOL2	65.		65.		250.		50.		60.		75.	0.
SOL3	.75		0.		.05		1.		30.		4530.	0.
SOLINITIAL	70.		30.		250.		5.663		+14.		0.0	
TRANSFERT		0.001	1.									
POSTEMETEO COOKSHIRE					7021918		11	16	1138.68		213	
POSTEMETEOEATON SC B					7022306		15	11	1188.72		488	
POSTEMETEO IS BROOK					7023312		14	15	1149.86		346	
POSTEMETEO LAWRENCE					7024263		15	15	1273.56		442	
POSTEMETEO MPL LEAF					7024623		14	13	1052.07		363	
POSTEMETEO MPL LEAF E					7024624		16	13	1159.51		434	
POSTEMETEO ST ISIDORE					7027372		13	11	1089.66		381	
POSTEMETEO SAWYERV.					7027800		12	13	1084.83		273	
POSTEMETEO SAWYERV. N					7027802		13	14	1184.40		346	
POSTEMETEO W. DITTON					7028906		18	15	1254.25		498	
CORPREC		13	16	11	13		0.97					
CORPREC												
CARTEFONTE		300373										
CARTENAPPE		240773										
CARTENEIGE		200273		230373								
CARTEPLUIE		300673		180774								
CARTESOL		300673										
DATERELEVÉ		251274		0	0		0		0		0	0
RELEVÉ	100.	125.	100.	125.	100.	125.	100.	125.	100.	125.	100.	125.
RELEVÉ	100.	125.	100.	125.	100.	125.						
SURFACE	629.10		20.71		191.58		88.02		85.43		243.35	108.73
SURFACE	253.71											
EXECUTION												
RELEVEMOY	10	14	10	17	30.							
RELEVEMOY	15	18	10	17	35.							
RELEVEMOY												

4.8.2 Analyse des résultats généraux

Il est important de vérifier les paramètres listés dans le fichier des résultats généraux (extension .SIM) afin de s'assurer qu'il n'y a pas eu d'erreur d'introduction sur le fichier des paramètres (.PAH). Il est intéressant également d'observer sur ce fichier le poids relatif de chacune des stations météorologiques, les valeurs des coefficients de transfert et les informations générales afin de s'assurer qu'il n'y a pas eu d'erreur dans les options demandées.

4.8.3 Analyse des résultats numériques

Le fichier des résultats généraux (extension SIM) contient les résultats numériques que l'on doit vérifier afin de valider la simulation. Ces résultats sont:

- les lames annuelles des débits observés et calculés pour toutes les années afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'erreur systématique. Si on observe une erreur systématique, comme par exemple les lames des débits calculés toujours trop élevées par rapport à celles des débits observés, on doit refaire la simulation en modifiant les paramètres d'évaporation pour obtenir un meilleur ajustement des lames annuelles.
- les lames mensuelles afin de s'assurer qu'il y a correspondance entre les lames des débits observés et calculés. Si on observe des erreurs systématiques, on doit refaire la simulation pour obtenir des lames mensuelles observées et calculées semblables. Les paramètres à considérer sont ceux reliés à la fonte de neige et aux différents réservoirs.
- les critères numériques, le coefficient de corrélation qui nous renseigne sur le synchronisme des débits observés et calculés et le critère de Nash qui nous indique la variance des débits calculés par rapport aux débits observés. Plus le critère de Nash est près de 1, meilleures sont les simulations. Normalement, on fait l'essai de différents paramètres et on vérifie l'évolution du critère de Nash.

L'analyse numérique est utile pour corriger les erreurs importantes et systématiques telles que les lames annuelles et mensuelles. Pour la calibration de tous les paramètres du modèle, il est préférable d'utiliser la représentation graphique des résultats qui permet de déterminer la partie du cycle hydrologique sur laquelle l'on doit s'attarder afin d'améliorer la correspondance entre les débits observés et calculés.

4.8.4 Analyse des résultats présentés sur graphiques

Normalement, on utilise la représentation graphique des débits observés et calculés pour faciliter l'ajustement des paramètres lors de la calibration du modèle. Comme les paramètres utilisés pour la simulation des débits de la rivière Eaton ont déjà été ajustés, nous allons utiliser les résultats de simulation sur cette rivière pour présenter les principaux graphiques disponibles et énumérer brièvement l'utilisation que l'on peut en faire lors de la calibration.

Les graphiques utilisés pour cet exemple ont été produits à l'aide de la version WINDOWS de CEQUEAU-ONU. Ces graphiques ne sont pas tous disponibles dans la version DOS. Dans les exemples ci-dessous, nous utilisons les principaux graphiques dans le cadre de la vérification des données et de l'ajustement des paramètres du modèle lors de la calibration. Pour la description de tous les graphiques et des options disponibles, consultez le Guide de l'utilisateur.

4.8.4.1 Graphique du schéma de production

Le graphique du schéma de production (Figure 4.13) est le seul graphique ne découlant pas des simulations. Il représente le schéma de production utilisé pour la simulation selon les valeurs fixées dans le fichier des paramètres (extension PAH).

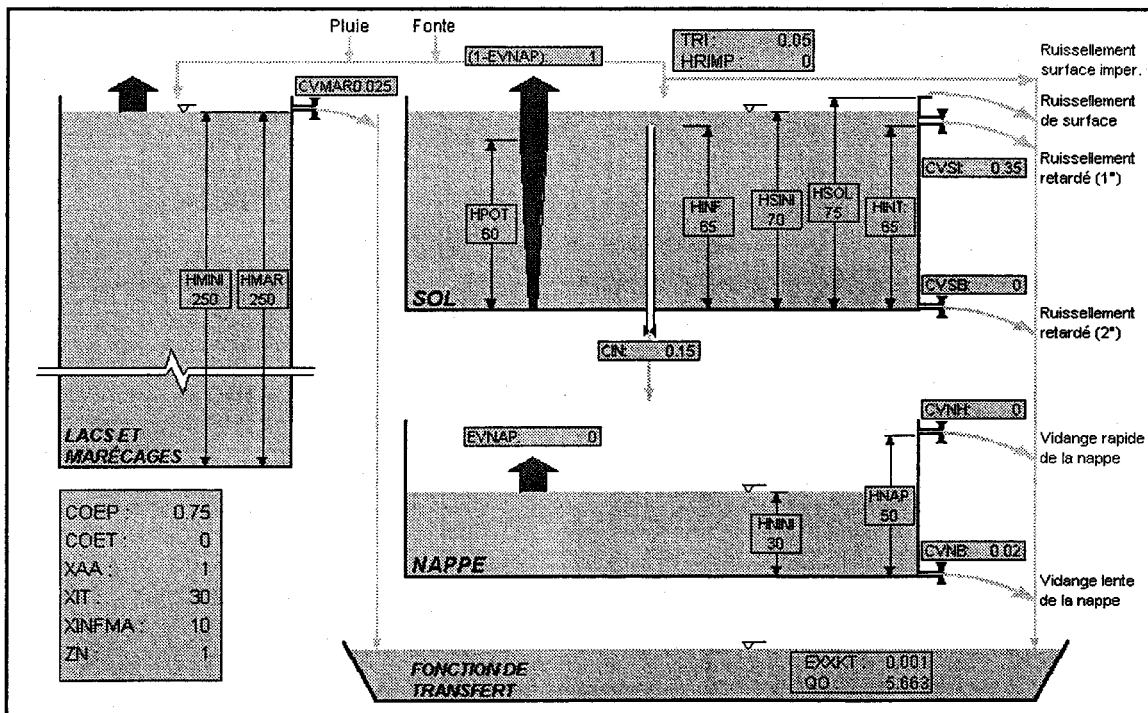


Figure 4.13 Le schéma de production du bassin versant de la rivière EATON

Ce graphique n'est disponible que sous la version WINDOWS à partir du menu Données (voir le Guide de l'utilisateur de la version WINDOWS). C'est à partir du schéma de production que l'on peut vérifier les valeurs des principaux paramètres utilisés pour la simulation.

Lorsque l'on analyse le schéma de production en relation avec les résultats de simulation, on doit s'assurer que le schéma est bien celui qui est relié au fichier des paramètres (extension PAH) qui a été utilisé pour la simulation considérée. Dans la version WINDOWS, le schéma de production que l'on fait apparaître est associé au fichier des paramètres inscrit dans la fenêtre du projet.

4.8.4.2 Graphique des données spatiales

Les graphiques des données spatiales sont divisés en trois groupes: les données physiographiques, météorologiques et les niveaux des réservoirs. Ces graphiques permettent une représentation spatiale de ces données calculées sur chaque carreau entier.

- Le premier groupe de graphiques des données spatiales représente les données physiographiques suivantes:
 - les références des carreaux entiers
 - l'altitude moyenne des carreaux entiers
 - le pourcentage de forêt sur les carreaux entiers
 - le pourcentage de lacs et marais sur les carreaux entiers

Ces graphiques sont utilisés pour visualiser les principales données physiographiques utilisées par le modèle. Ils sont utiles pour valider les valeurs du fichier des données physiographiques (extension PHY). Ils servent également à déceler les différences de caractéristiques entre les sous bassins. La Figure 4.14, représentant l'altitude moyenne des carreaux entiers du bassin versant de la rivière Eaton, montre un exemple de ce type de graphique.

- Le deuxième groupe de graphiques des données spatiales représente les données météorologiques suivantes:
 - la pluie journalière
 - la température moyenne journalière
 - l'enneigement au sol
 - la fonte moyenne journalière
 - l'évaporation journalière

Les données météorologiques sont produites seulement pour les jours choisis par l'utilisateur à l'aide des vecteurs CARTEEVA, CARTEPLUIE, CARTETEMP, CARTENEIGE et CARTEFONTE du fichier des paramètres de simulation (extension PAH).

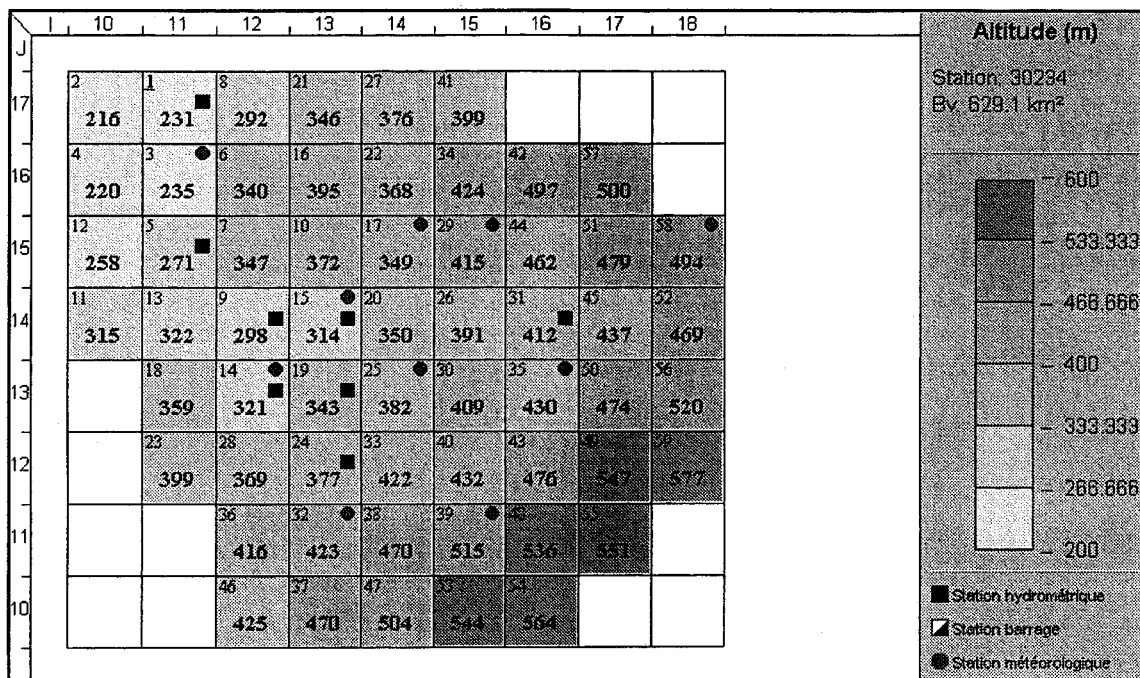


Figure 4.14 La représentation spatiale des altitudes des carreaux entiers sur le bassin versant de la rivière EATON

Ces graphiques sont utilisés pour visualiser les variations spatiales des données météorologiques. Ils servent également à la vérification des données météorologiques spatiales utilisées par le modèle à des jours précis. Les données sont disponibles pour le bassin versant principal ainsi que pour chacun des sous bassins. La Figure 4.15, représentant la précipitation sur le bassin versant de la rivière Eaton le 30 juin 1973, montre un exemple de ce type de graphique.

- Le troisième groupe de graphiques des données spatiales représente les niveaux des réservoirs suivants:
 - le niveau du réservoir SOL
 - le niveau du réservoir NAPPE

Les données des niveaux des réservoirs sont produites seulement pour les jours choisis par l'utilisateur à l'aide des vecteurs CARTESOL et CARTENAPPE du fichier des paramètres de simulation (extension PAH).

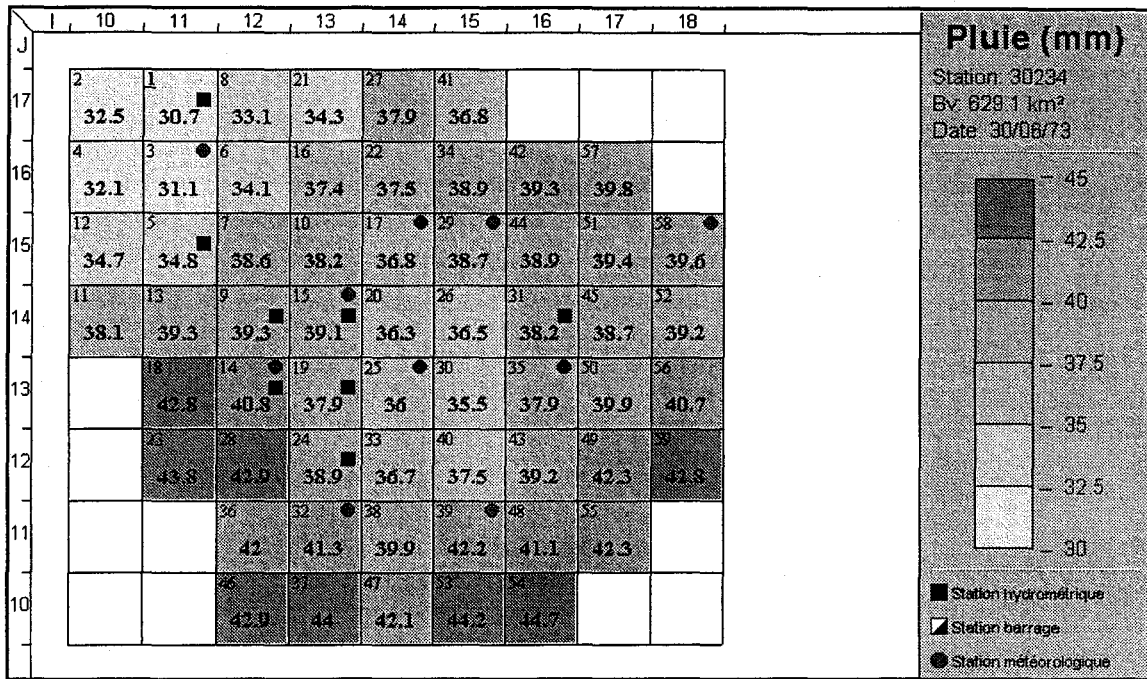


Figure 4.15 La représentation spatiale de la pluie le 30 juin 1973 sur les carreaux entiers du bassin versant de la rivière EATON

Ces graphiques sont utilisés pour visualiser l'état des réserves à différentes dates. La Figure 4.16 montre le niveau d'eau dans le réservoir SOL sur chaque carreau entier du bassin versant de la rivière EATON pour le 29 juin 1973.

Pour la calibration du modèle, il peut être utile de connaître l'état des réserves pour comprendre le comportement du modèle. Comme exemple, supposons que le modèle ne reproduise pas la crue du 30 juin 1973. On voit sur la Figure 4.15 qu'il y a eu des pluies importantes sur tout le bassin versant pour cette journée. Si le modèle ne répond pas, c'est peut être dû au manque d'eau dans les réservoirs. L'analyse du graphique des niveaux du réservoir SOL (figure 4.16) nous renseigne sur la disponibilité des réserves avant le début de la précipitation, soit le 29 juin.

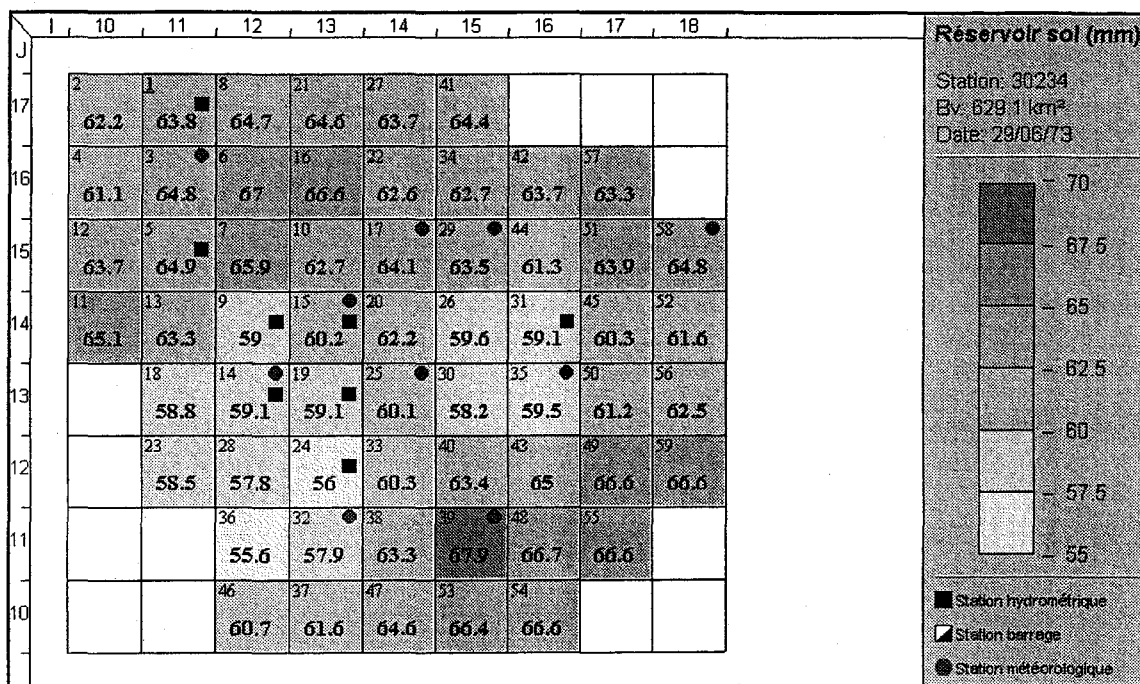


Figure 4.16 La représentation spatiale des niveaux d'eau du réservoir SOL le 29 juin 1973 sur les carreaux entier du bassin versant de la rivière EATON

Il faut également considérer la valeur des paramètres pour comprendre le comportement du modèle. Dans l'exemple qui précède, en plus de considérer la précipitation et le niveau des réserves, on doit également vérifier la hauteur de vidange intermédiaire (HINT) et le coefficient de vidange intermédiaire (CVSI) sur le schéma de production (Figure 4.13) afin de bien comprendre la réponse du modèle pour ce jour.

4.8.4.3 Graphique des données temporelles

Les graphiques des données temporelles sont divisés en trois groupes: les débits et/ou les niveaux, les données météorologiques et les données de qualité.

- Le premier groupe de graphiques des données temporelles représente les débits/niveaux suivants:
 - les débits/niveaux journaliers
 - les débits/niveaux mensuels
 - les débits/niveaux maximum mensuels
 - les débits/niveaux minimum mensuels

Ces graphiques sont utilisés pour représenter de différentes façons les valeurs observées et calculées des débits aux stations hydrométriques réelles ou des niveaux pour les barrages réels (KODBAR=1). Ces graphiques servent à guider l'ajustement des paramètres lors de la calibration du modèle ainsi qu'à la représentation finale des résultats.

La Figure 4.17 montre les débits journaliers observés et calculés pour l'année 1973.

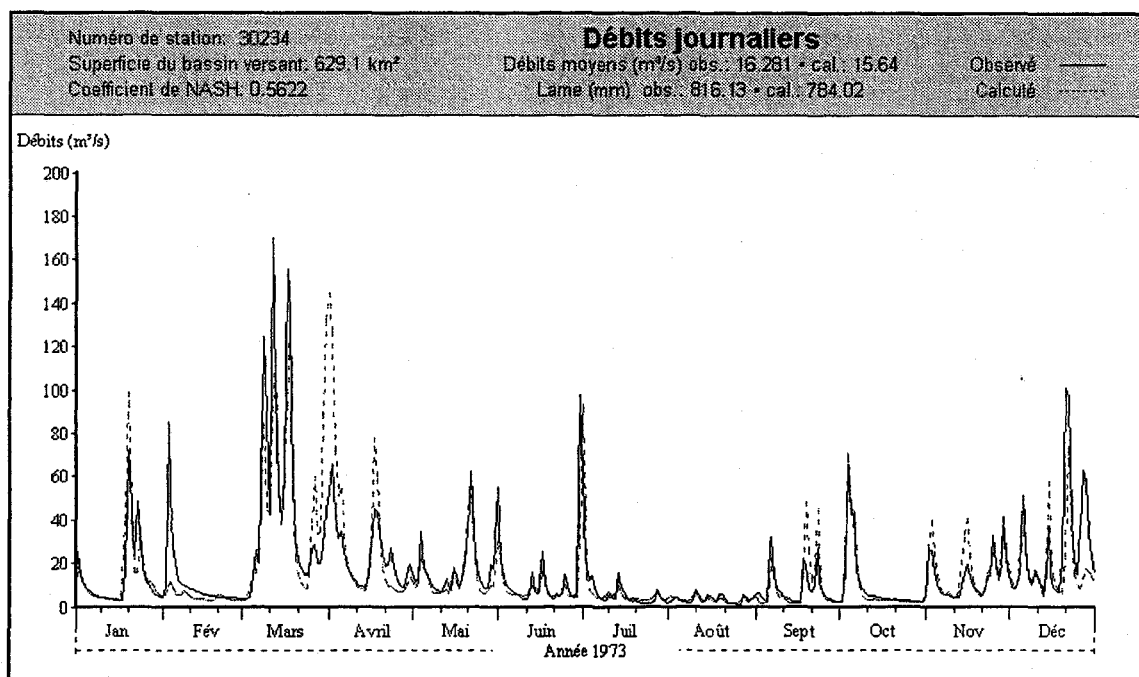


Figure 4.17 Les débits journaliers pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON

La période représentée par l'abscisse peut varier de un mois à la période complète de simulation. Ce graphique est le plus utilisé pour l'analyse des résultats de simulation parce qu'il nous renseigne sur toutes les composantes de l'hydrogramme. Cela permet de déterminer les paramètres à modifier afin d'améliorer les simulations lors du calage du modèle. On peut voir sur ce graphique la précision de la simulation des étiages, des crues, de la simulation de la fonte de neige, du synchronisme entre les débits observés et calculés, etc.

Si une de ces composantes est mal reproduite, on modifie les paramètres appropriés pour ensuite refaire une simulation. On analyse par la suite ces nouveaux résultats pour s'assurer que les modifications des paramètres ont amélioré la composante sans affecter les autres. Par exemple, si on modifie les paramètres de transfert dans le but d'améliorer le synchronisme, les débits des crues peuvent être affectés et être moins précis que précédemment. Il faut dans ce cas modifier les paramètres reliés aux crues et refaire une simulation.

Lors de l'ajustement du modèle, il est important de se rappeler que les paramètres ne sont pas indépendants les uns des autres et qu'il peut être nécessaire de modifier plusieurs paramètres afin d'améliorer un processus. Si une modification n'améliore pas la simulation, on doit revenir en arrière et essayer la modification d'autres paramètres. Ce type d'ajustement, appelé essai et erreur, est facilité par la bonne connaissance du comportement de chaque paramètre.

Il est intéressant d'analyser le graphique des débits journaliers en utilisant le style linéaire cumulé (Figure 4.18). Sur ce graphique, on voit le comportement cumulatif des débits calculés par rapport aux débits observés.

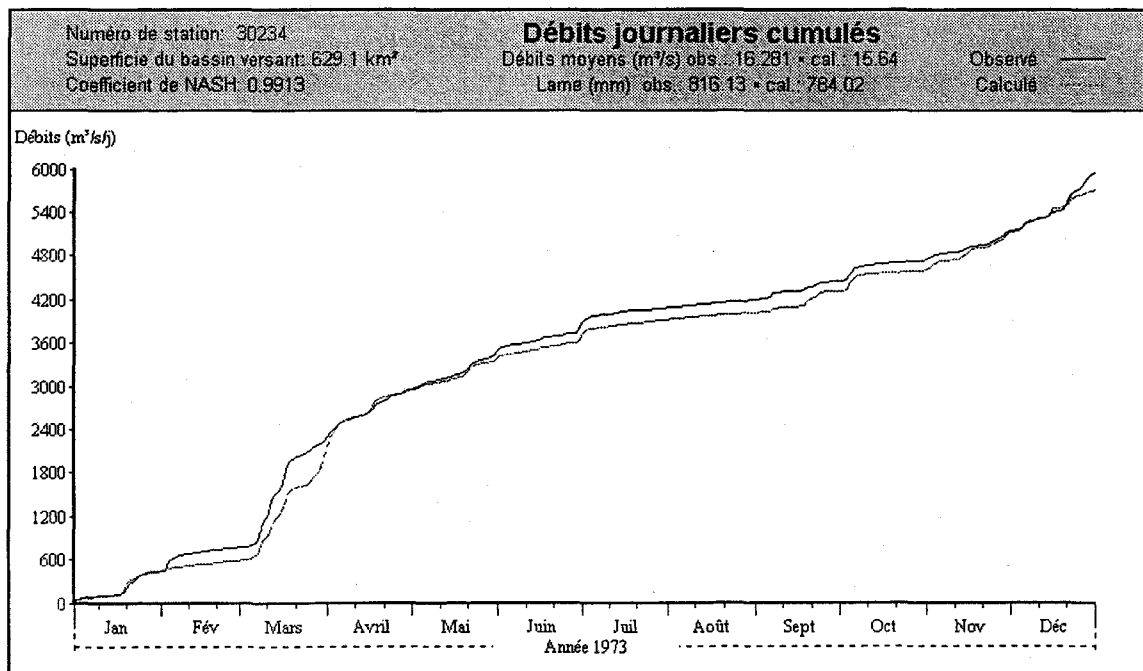


Figure 4.18 Les débits journaliers cumulés pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON

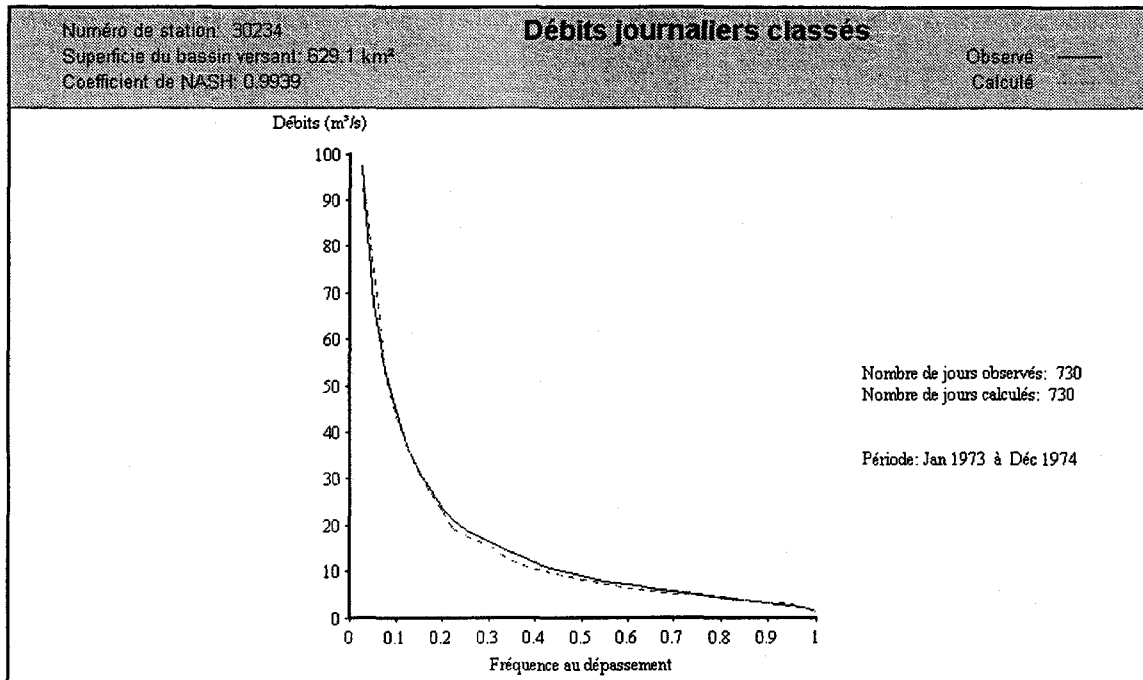


Figure 4.19 Les débits journaliers classés pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON

Le style de représentation classé (Figure 4.19), disponible pour les graphiques des débits journaliers, permet de comparer la courbe des fréquences des débits calculés à celle des débits observés.

En comparant les courbes des débits observés et calculés pour les fréquences au dépassement près de 1, on peut évaluer la représentativité de la simulation des débits d'étiage. Il en est de même pour les fréquences près de 0 qui nous renseignent sur la précision des crues simulées par rapport à celles observées. De plus, le graphique permet de déterminer les débits correspondants à une période de récurrence données. Par exemple, sur la courbe de la Figure 4.19, le débit pour les crues correspondant à une période de retour de 10 ans est obtenu à partir de la fréquence au dépassement ($1/\text{période}$) et est de 45 m³/s. Pour les étiages, le débit pour la même période de retour est de 3,5 m³/s, découlant cette fois de la fréquence au non-dépassement 0,9 ($1 - 1/\text{période}$).

Le graphique des débits moyens mensuels interannuels présenté avec le style histogramme (Figure 4.20), nous permet de comparer les moyennes mensuelles observées et calculées afin de s'assurer que les débits de tous les mois sont bien simulés.

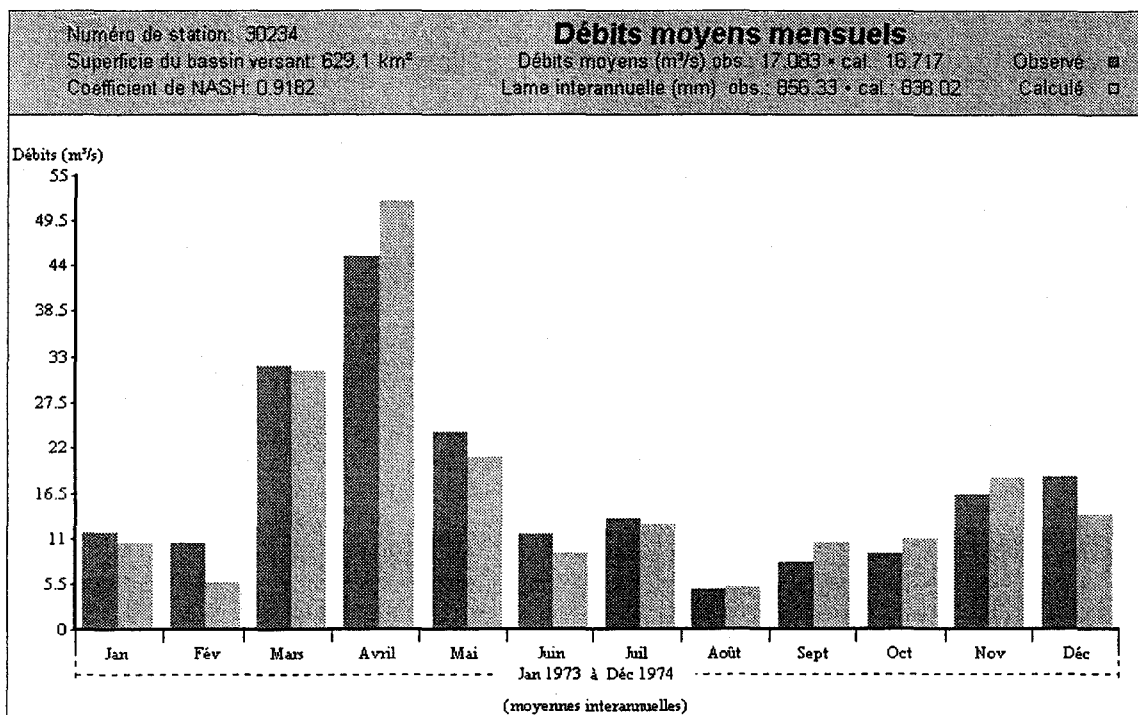


Figure 4.20 Les moyennes interannuelles des débits moyens mensuels pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON

L'option moyenne interannuelle permet de représenter la moyenne des valeurs mensuelles sur toute la période de simulation. Ainsi, dans le graphique de la Figure 4.20, les valeurs représentent la moyenne des débits mensuels de 1973 et 1974.

Le graphique des débits moyens mensuels présenté avec le style dispersion (Figure 4.21) nous permet de déceler les erreurs systématiques des débits moyens mensuels simulés par rapport aux débits observés.

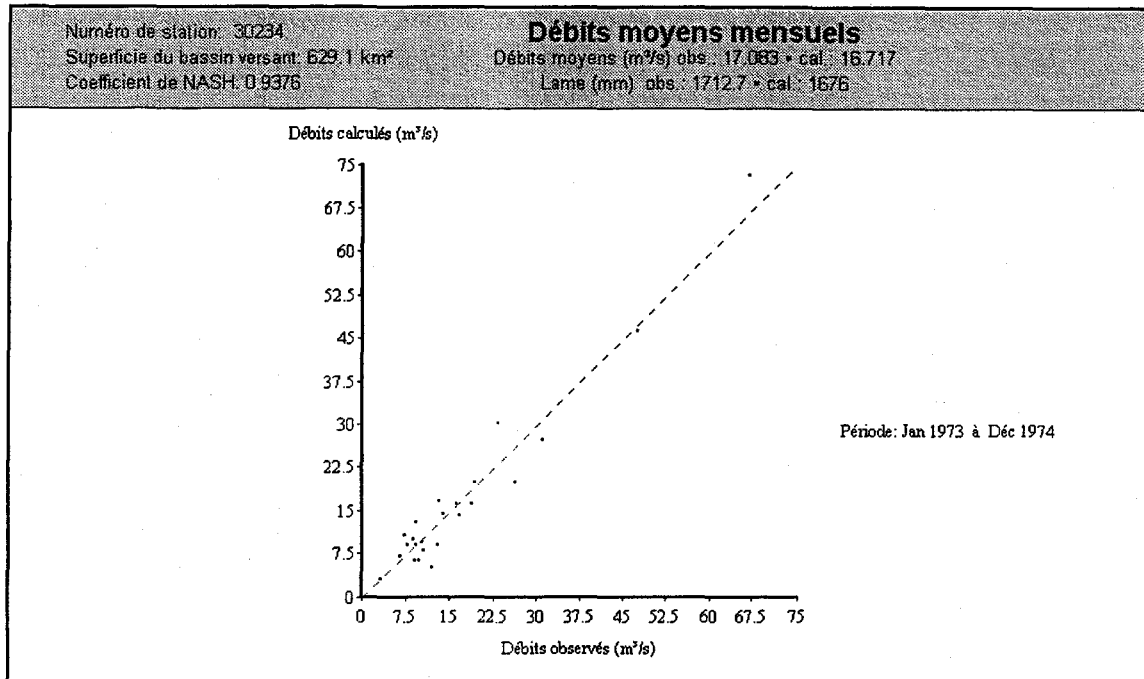


Figure 4.21 Les débits moyens mensuels (dispersion) pour les années 1973 et 1974 sur le bassin versant de la rivière EATON

La position des points par rapport à la ligne oblique fournit de nombreux renseignements. Si les points sont répartis équitablement de part et d'autre de la ligne, il n'y a pas d'erreur systématique. Par contre, un plus grand nombre de points au-dessus de la ligne indique que les débits calculés sont surestimés; au-dessous ils sont sous-estimés. De plus, si ces mêmes points se situent dans le bas de la ligne oblique, ce sont les mois de faibles débits qui sont mal reproduits; dans le haut de la ligne, ce sont les mois de grands débits. Finalement, l'éloignement des points de la ligne oblique nous renseigne sur la précision de la simulation. Plus ils sont près, plus la simulation est précise.

Ces deux styles de graphiques, l'histogramme et la dispersion, sont également disponibles dans le cas des débits/niveaux journaliers maximum et minimum mensuels où l'analyse porte sur la valeur extrême du mois plutôt que sur la moyenne.

- Le deuxième groupe de graphiques des données temporelles représente les données météorologiques temporelles suivantes:
 - la pluie et/ou la fonte journalière
 - la température moyenne journalières

Les données météorologiques nécessaires aux graphiques sont écrites dans un fichier (extension TPF) lors des simulations. Pour que ce fichier soit produit, on doit affecter la valeur 1 au paramètre ISTO du vecteur obligatoire OPTION (Section 4.4). Les données sont générées pour le bassin versant principal ainsi que pour chacun des sous-bassins contenant une station hydrométrique réelle. Ces graphiques des données météorologiques temporelles sont utilisés pour représenter les données météorologiques moyennes journalières utilisées par le modèle pour la simulation des débits. La Figure 4.22 montre le graphique de la pluie et de la fonte journalière moyenne sur le bassin versant de la rivière Eaton pour l'année 1973.

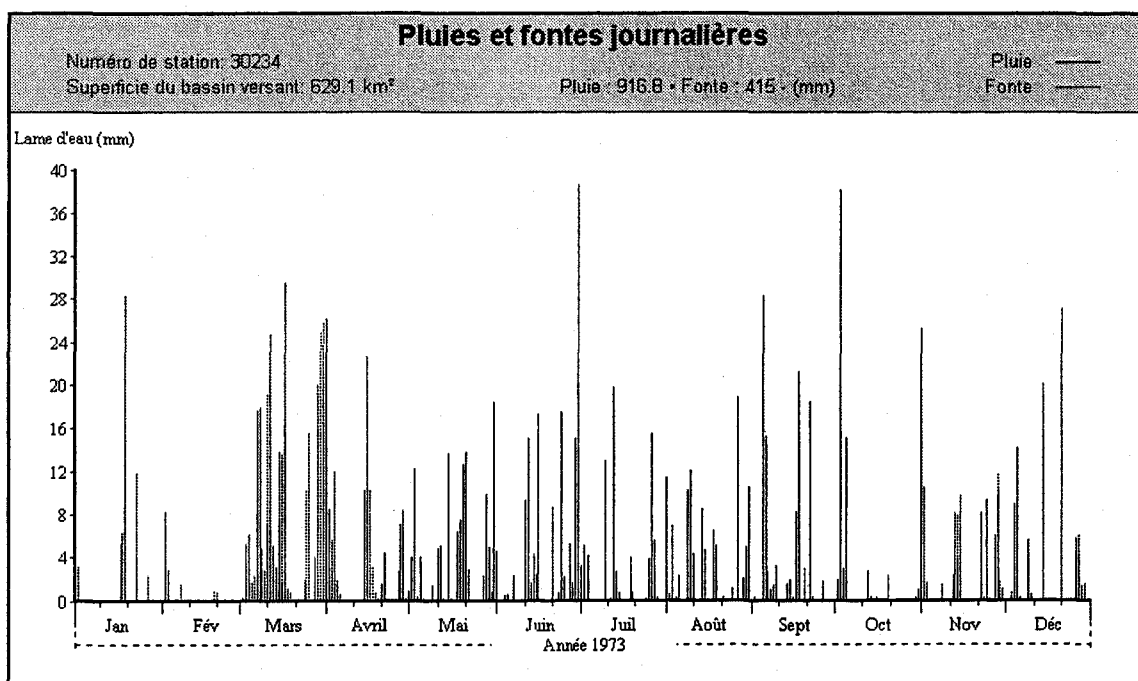


Figure 4.22 Les pluies et fontes journalières pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON

L'analyse simultanée de ce graphique et du graphique des débits/niveaux (Figure 4.17) peut permettre d'expliquer le comportement du modèle. Ainsi, on pourra relier une crue simulée à une date donnée à une précipitation liquide ou à la fonte ayant eu lieu à la même période. Pour ce faire, les options des graphiques des débits/niveaux permettent de superposer à ce graphique les graphiques des données météorologiques de pluie, fonte ou température (Figure 4.23).

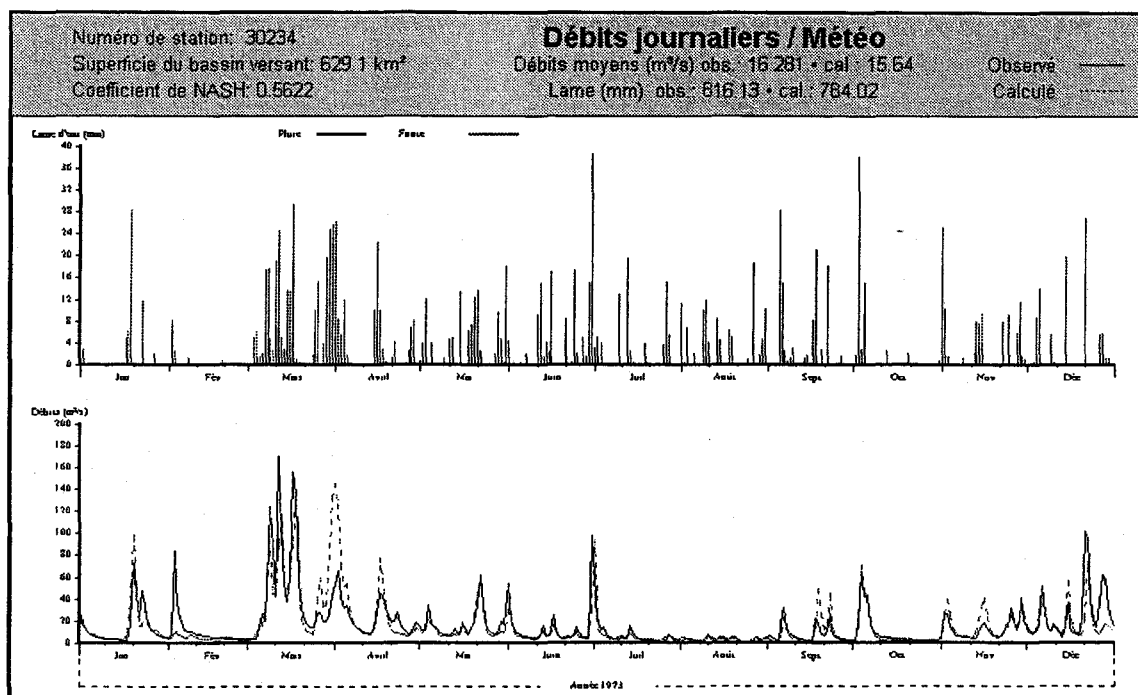


Figure 4.23 Les pluies et fontes journalières superposées aux débits journaliers pour l'année 1973 sur le bassin versant de la rivière EATON

Notons finalement qu'il est possible d'obtenir des résultats satisfaisants avec différents ensembles de paramètres. Il est donc utile de tenter le calage du modèle à partir de différents paramètres pour ensuite conserver ceux qui fournissant les meilleurs résultats, en s'assurant toutefois de respecter la physique des phénomènes. L'optimisation des paramètres (Voir le Guide de l'utilisateur de la version DOS) le confirme bien; si on lance plusieurs processus d'optimisation, chacun avec des ensembles de paramètres différents, on pourra obtenir plus d'un résultat satisfaisant.

ANNEXES

Liste des vecteurs

AIRE	145
AIRE2 ... AIRE5	146
BARRAGE	195
CARTEEVA	197
CARTEFONTE	198
CARTENAPPE	199
CARTENEIGE	200
CARTEPLUIE	201
CARTESOL	202
CARTETEMP	203
COEFIMP	204
COEFINFILT	207
COEFVNB	208
COEFVNH	209
COEFVSI	210
CONTRAINTE	211
CORPREC (CORrection PRECipitations)	243
CTP (Coefficient de Transfert Particulier)	212
DATARELEVE	213
DATE	238
DEBIT	237
DEBITMOY	239
DHM1GEN	160
EAUIRRIG	214
EAUPOTAB	215
EVAPOBAR	216
EVAPORIV	217
EXECUTION	193
EXECUTION	167
EXECUTION	151
EXECUTION	148
EXECUTION	138
EXUBIS	218
HAUINF	220
HAUINT	221
HAUNAP	222

Liste des vecteurs (suite)

HAUPOT	223
HAURIMP	224
HAUSOL	225
HAUTEURMAX	226
LAC	227
METEO	242
MODIF	228
NEIGE	183
NIVEAU	235
OPTION	184
PHYDRACE	137
PHYRIVIER	150
POSTEMETEO	147
POSTEMETEO	191
RELEVE	229
RELEVEMOY	240
REPHYDRO	162
REPMETEO	161
SIMULATION	180
SOL1	186
SOL2	187
SOL3	188
SOLINITIAL	189
STADEB1	165
STADEB2...STADEB50	166
STAMET1	163
STAMET2...STAMET100	164
STAPRIN	140
STASEC	141
STASEC2 STASEC 6	142
STASECNO	143
STASECNO2 ... STASECNO6	144
STATIONFIC	194
SURFACE	230
SURFCE	136
SURFIMPERM	231
TRANSFERT	190
TURBINAGE	232
VOLINIT	233
VOLMIDEV	234
VOLUME	236

Liste des données

ANDEBFIN	171
DONDEBIT	176
DONMETEO	175
DONNIVEAU	177
IJS	158
MACE	156
MACP	157
MARR	155
MARR initiales	154
NBSTAT	170
NOSTADEB	173
NOSTAMET	172
NOSTANIV	174

A

**DONNÉES GÉNÉRALES DES
CARREAUX**

(extension PHY)

A.1 Vecteur SURFCE

Vecteur obligatoire donnant la surface du carreau entier.

1	11	16	80
SURFCE	SUPCAE		
A10	F5.2		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
SUPCAE	11-15	Superficie du carreau entier en kilomètre carré.

A.2 Vecteur PHYDRACE

Vecteur obligatoire donnant les données physiographiques des carreaux entiers et les informations du drainage des carreaux partiels appartenant au carreau entier.

1		11	13	15	18	19	21	23	24	27	29	31	32	35	37	39	40	43	45	47	48	51	54	57	60	80
PHYDRACE	I	J	---	NBP	I1	J1	C1	P1	I2	J2	C2	P2	I3	J3	C3	P3	I4	J4	C4	P4	PL	PF	PM	ALT		
A10	I2	I2	A3	I1	I2	I2	A1	I3	I2	I2	A1	I3	I2	I2	A1	I3	I2	I2	A1	I3	I3	I3	I3	I3	I4	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
I	11-12	Abcisse du carreau entier.
J	13-14	Ordonnée du carreau entier.
---	15-17	Blanc.
NBP	18-18	Nombre de parcelles dans le carreau entier.
I1	19-20	Abcisse du carreau entier qui reçoit la parcelle "A".
J1	21-22	Ordonnée du carreau entier qui reçoit la parcelle "A".
C1	23-23	Code de la parcelle qui reçoit la parcelle "A".
P1	24-26	Superficie en pourcentage de la parcelle "A" par rapport au carreau entier.
I2	27-28	Abcisse du carreau entier qui recoit la parcelle "B".
J2	29-30	Ordonnée du carreau entier qui reçoit la parcelle "B".
C2	31-31	Code de la parcelle qui recoit la parcelle "B".
P2	32-34	Superficie en pourcentage de la parcelle "B" par rapport au carreau entier.
I3	35-36	Abcisse du carreau entier qui reçoit la parcelle "C".
J3	37-38	Ordonnée du carreau entier qui reçoit la parcelle "C".
C3	39-39	Code de la parcelle qui reçoit la parcelle "C".
P3	40-42	Superficie en pourcentage de la parcelle "C" par rapport au carreau entier.
I4	43-44	Abcisse du carreau entier qui reçoit la parcelle "D".
J4	45-46	Ordonnée du carreau entier qui recoit la parcelle "D".
C4	47-47	Code de la parcelle qui reçoit la parcelle "D".
P4	48-50	Superficie en pourcentage de la parcelle "D" par rapport au carreau entier.
PL	51-53	Pourcentage de la superficie du carreau en lac.
PF	54-56	Pourcentage de la superficie du carreau en forêt.
PM	57-59	Pourcentage de la superficie du carreau en marais.
ALT	60-63	Altitude en mètre du coin sud-ouest du carreau entier.

A.3 Vecteur EXECUTION

Vecteur qui termine obligatoirement le groupe des vecteurs PHYDRACE

1	11	80
EXECUTION		
A10		

B

DONNÉES DU BASSIN VERSANT

(extension BV)

B.1 Vecteur STAPRIN

Vecteur obligatoire donnant les informations de la station hydrométrique réelle ou fictive de l'exutoire.

1	11	14	17	19	20	22	29	36	80
STAPRIN	I	J	--	C1	B	NOSTA	NSEC		
A10	I3	I3	A2	A1	A2	I7	I7		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
I	11-13	Abscisse du carreau entier de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
J	14-16	Ordonné du carreau entier de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
--	17-18	Blanc
C1	19	Code de la parcelle de la station réelle ou fictive de l'exutoire.
--	20-21	Blanc
NOSTA	22-28	Numéro de station.
NSEC	29-35	Nombre de stations hydrométriques, additionnelles sur le bassin versant.

B.2 Vecteur STASEC

Vecteur obligatoire donnant les numéros des 9 premières stations hydrométriques additionnelles sur le bassin versant. Si il n'y a aucune station additionnelle, on laisse les champs vierges.

1	11	80
STASEC	NO(I)*	
AIO	I7	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NO(I)	11-73	Numéro des stations hydrométrique additionnelles sur le bassin versant.

* I varie de 1 à 9.

B.3 Vecteur STASEC2 STASEC 6

Vecteurs induits donnant les numéros des stations hydrométriques additionnelles (si plus de 9).

1	11	80
STASEC2	NO(I)*	
A10	I7	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NO(I)	11-73	Numéro des stations hydrométrique additionnelles sur le bassin versant.

* I varie de 10 jusqu'au nombre maximum (50) de stations.

B.4 Vecteur STASECNO

Vecteur obligatoire donnant les informations des stations hydrométriques additionnelles.

1	11	14	17	20	21	24	27	28	31	34	35	38	41	42	45	48	49	52	55	56	59	62	63	66	69	70	73	76	80
STASECNO	NB	I2	J2	C2	I3	J3	C3	I4	J4	C4	I5	J5	C5	I6	J6	C6	I7	J7	C7	I8	J8	C8	I9	J9	C9	I10	J10	C10	
A10	I3	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	A1	I3	I3	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
--	11-13	Non utilisé.
I2	14-16	Abscisse du carreau entier de la station 2.
J2	17-19	Ordonnée du carreau entier de la station 2.
C2	20	Code de la parcelle de la station 2.
I3	21-23	Abscisse du carreau entier de la station 3.
J3	24-26	Ordonnée du carreau entier de la station 3.
C3	27	Code de la parcelle de la station 3.
I4	28-30	Abscisse du carreau entier de la station 4.
J4	31-33	Ordonnée du carreau entier de la station 4.
C4	34	Code de la parcelle de la station 4.
I5	35-37	Abscisse du carreau entier de la station 5.
J5	38-40	Ordonnée du carreau entier de la station 5.
C5	41	Code de la parcelle de la station 5.
I6	42-44	Abscisse du carreau entier de la station 6.
J6	45-47	Ordonnée du carreau entier de la station 6.
C6	48	Code de la parcelle de la station 6.
I7	49-51	Abscisse du carreau entier de la station 7.
J7	52-54	Ordonnée du carreau entier de la station 7.
C7	55	Code de la parcelle de la station 7.
I8	56-58	Abscisse du carreau entier de la station 8.
J8	59-61	Ordonnée du carreau entier de la station 8.
C8	62	Code de la parcelle de la station 8.
I9	63-65	Abscisse du carreau entier de la station 9.
J9	66-68	Ordonnée du carreau entier de la station 9.
C9	69	Code de la parcelle de la station 9.
I10	70-72	Abscisse du carreau entier de la station 10.
J10	73-75	Ordonnée du carreau entier de la station 10.
C10	76	Code de la parcelle de la station 10.

B.5 Vecteur STASECNO2 ... STASECNO6

Vecteur obligatoire donnant les informations des stations hydrométriques additionnelles (si plus que 9).

1	11	14	17	20	21	24	27	28	31	34	35	38	41	42	45	48	49	52	55	56	59	62	63	66	69	70	73	76	80
STASECNO	NB	I2	J2	C2	I3	J3	C3	I4	J4	C4	I5	J5	C5	I6	J6	C6	I7	J7	C7	I8	J8	C8	I9	J9	C9	I10	J10	C10	
A10	I3	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	I3	I3	A1	A1	I3	I3	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
--	11-13	Non utilisé.
I2	14-16	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J2	17-19	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C2	20	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I3	21-23	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J3	24-26	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C3	27	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I4	28-30	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J4	31-33	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C4	34	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I5	35-37	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J5	38-40	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C5	41	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I6	42-44	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J6	45-47	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C6	48	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I7	49-51	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J7	52-54	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C7	55	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I8	56-58	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J8	59-61	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C8	62	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I9	63-65	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J9	66-68	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C9	69	Code de la parcelle de la station additionnelle.
I10	70-72	Abscisse du carreau entier de la station additionnelle.
J10	73-75	Ordonnée du carreau entier de la station additionnelle.
C10	76	Code de la parcelle de la station additionnelle.

B.6 Vecteur AIRE

Vecteur obligatoire donnant la superficie des sous-bassins versants des dix premières stations hydrométriques.

1	11	18	80
AIRE	A(I)*		
AIO	F7.0		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
A(I)*	11-80	Superficies de la station hydrométrique (km ²).

* I varie de 1 à 10.

B.7 Vecteur AIRE2 ... AIRE5

Vecteur induit donnant la superficie des sous-bassins versants aux stations hydrométriques (si plus de 10 stations).

1	11	18	80
AIRE	A(I)*		
AIO	F7.0		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
A(I)*	11-80	Superficies de la station hydrométrique (km ²).

* I varie de 11 jusqu'au nombre maximum de stations.

B.8 Vecteur POSTEMETEO

Vecteur obligatoire spécifiant les principales caractéristiques des stations météorologiques disponibles dans la région du bassin versant étudié.

1	11	34	41	46	51	61	66	71	76	80
POSTEMETEO	NOM	NOSME	ICA	JCA	TP	IALT	LAT	LONG	NPROV	
A10	A23	A7	I5	I5	F10.3	I5	I5	I5	I5	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOM	11 à 33	Nom de la station météorologique;
NOSME	34 à 40	Numéro de la station;
ICA	41 à 45	Abscisse de la station dans le système de coordonnées "I et J" du bassin;
JCA	46 à 50	Ordonnée de la station dans le système de coordonnées "I et J" du bassin;
TP	51 à 60	Précipitation moyenne interannuelle de la station (mm);
IALT	61 à 65	Altitude de la station (mètres);
LAT	66 à 70	Latitude de la station (degrés sexagésimaux);
LONG	71 à 75	Longitude de la station (degrés sexagésimaux);
NPROV	76 à 80	Numéro provincial de la station.

B.9 Vecteur EXECUTION

Vecteur qui termine obligatoirement le groupe des vecteurs POSTEMETEO.

1	11	80
EXECUTION		
A10		



DONNÉES DES RIVIÈRES



(extension RIV)

C.1 Vecteur PHYRIVIER

Vecteur obligatoire donnant les caractéristiques physiographiques de la rivière principale sur chaque carreau partiel. Si on ne peut déterminer une caractéristique on laisse le champ blanc. Si aucune caractéristique sur un carreau entier n'est disponible, on n'est pas obligé de donner le vecteur PHYRIVIER pour ce carreau entier. Lorsque les caractéristiques physiques des rivières ne sont pas disponibles, le modèle utilise des relations mathématiques (section 2.3.1) pour les estimer.

1	11	13	15	18	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79	80
PHYRIVIER	I	J	SCE	NBP	LARG1	LONG1	DENIV1	LARG2	LONG2	DENIV2	LARG3	LONG3	DENIV3	LARG4	LONG4	DENIV4		
A10	I2	I2	I3	I1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1	F5.1		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
I	11-12	Abscisse du carreau entier.
J	13-14	Ordonnée du carreau entier.
SCE	15-17	Superficie du carreau entier.
NBP	18	Nombre de parcelles dans le carreau entier.
LARG1	19-23	Largeur en mètre du cours d'eau principal sur le carreau partiel 1.
LONG1	24-28	Longueur en kilomètres du cours d'eau principal sur le carreau partiel 1.
DENIV1	29-33	Dénivelé en mètre du cours principal sur le carreau partiel 1.
LARG2	34-38	Largeur en mètre du cours d'eau principal sur le carreau partiel 2.
LONG2	39-43	Longueur en kilomètres du cours d'eau principal sur le carreau partiel 2.
DENIV2	44-48	Dénivelé en mètre du cours principal sur le carreau partiel 2.
LARG3	49-53	Largeur en mètre du cours d'eau principal sur le carreau partiel 3.
LONG3	54-58	Longueur en kilomètres du cours d'eau principal sur le carreau partiel 3.
DENIV3	59-63	Dénivelé en mètre du cours principal sur le carreau partiel 3.
LARG4	64-68	Largeur en kilomètres du cours d'eau principal sur le carreau partiel 4.
LONG4	69-73	Longueur en mètre du cours d'eau principal sur le carreau partiel 4.
DENIV4	74-78	Dénivelé en mètre du cours principal sur le carreau partiel 4.

C.2 Vecteur EXECUTION

Vecteur qui termine obligatoirement le groupe des vecteurs PHYRIVIER.

1	11	80
EXECUTION		
A10		



D

**DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES
PRÉPARÉES**

(extension PBR)

D.1 Matrice MARR

D.1.1 Données MARR initiales

Données MARR initial	
Informations générales du bassin versant étudié	
MARR (1)	nombre de carreaux partiels (NBCP)
MARR (2)	nombre de carreaux entiers (NBCE)
MARR (3)	nombre de carreaux partiels sur le chemin le plus long, c'est-à-dire de l'exutoire à la partie la plus éloignée du bassin versant
MARR (4)	nombre de stations hydrométriques (NBSH)
MARR (5 à 14)	numéro des stations hydrométriques (variable numérique)
MARR (15)	Facteur utilisé pour lire avec plus de précision les caractéristiques physiographiques des rivières = 0 pour carreau entier > 1 km ² = 1 000 pour carreau entier ≤ 1 km ²
MARR (16 à 25)	numéro des carreaux partiels où se situent les stations hydrométriques (1 à NBCP)
MARR (26)	nombre de stations météorologiques possibles dans la région du bassin versant étudié (NBPMAX)
MARR (27)	non utilisé
MARR (28)	superficie des carreaux entiers conformes (en centièmes de km ²)
MARR (29)	= 1 implique système d'unités métriques = 2 implique système d'unités anglaises
MARR (30)	= 0 donnée physiographique des rivières non-introduites = 1 donnée physiographique des rivières introduites Les vecteurs MARR sont lus avec un autre format pour les caractéristiques des rivières, voir définition des MARR 18, 19, 20 Annexe D.1.2

D.1.2 Données MARR

Série de données MARR	
MARR (1)	Référence du carreau entier de la banque ($I * 100 + J$)
MARR (2)	code du carreau partiel (A - B - C ou D)
MARR (3)	pourcentage du carreau partiel par rapport au carreau entier (0 à 100).
MARR (4)	abscisse I du carreau entier auquel appartient le carreau partiel.
MARR (5)	ordonnée J du carreau entier auquel appartient le carreau partiel.
MARR (6)	numéro du carreau partiel dans lequel il se jette (0 à NBCP-1)
MARR (7, 8, 9, 10 et 11)	numéro des cinq carreaux affluents possible (2 à NBCP)
MARR (12)	numéro du carreau entier auquel il appartient (1 à NBCE)
MARR (13)	pourcentage de superficie des lacs et d'eau libre (0 à 100)
MARR (14)	pourcentage boisé (0 à 100)
MARR (15)	pourcentage de marais (0 à 100)
MARR (16)	altitude moyenne (mètres)
MARR (17)	non utilisé
MARR (18)	profondeur minimum (1/100 de mètres)
MARR (19)	longueur du cours d'eau principal sur la parcelle (1/10 de km)
MARR (20)	largeur du cours d'eau principal sur la parcelle (1/10 de mètres)
MARR (21)	pente de la rivière sur le carreau partiel (1/1000 de mètres/km)
MARR (22)	non utilisé
MARR (23)	cumul des pourcentages de superficie des carreaux partiels en amont, calculé à la sortie du carreau partiel considéré. On obtient la superficie S (km ²) en amont par: $S = \text{MARR}(23)/100 * \text{SUPCAE}$ où: SUPCAE = superficie du carreau entier en km ²
MARR (24)	cumul des pourcentages de superficie des lacs en amont, calculé à la sortie du carreau partiel considéré. On obtient la superficie S (km ²) des lacs en amont par: $S = \text{MARR}(24)/10000 * \text{SUPCAE}$
MARR (25)	Pourcentage par rapport au carreau entier toujours 100
MARR (26)	identique à (24) mais pour la superficie des marais en amont
MARR (27)	pourcentage de sol nu ou cultivé (0 à 100)
MARR (28)	$(I * 1000) + J$
MARR (29)	identique à (24) mais pour la superficie de forêt en amont
MARR (30)	non utilisé

Ces vecteurs sont au nombre de NBCP.

D.2 Matrice MACE

Matrice MACE	
Informations relatives aux carreaux entiers	
MACE (ICE, 1)	pourcentage de lac et rivière (0 à 100)
MACE (ICE, 2)	pourcentage de forêt (0 à 100)
MACE (ICE, 3)	pourcentage de marais (0 à 100)
MACE (ICE, 4)	altitude moyenne (mètres)
MACE (ICE, 5)	non utilisé
MACE (ICE, 6)	non utilisé
MACE (ICE, 7)	non utilisé
MACE (ICE, 8)	Pourcentage par rapport au carreau entier toujours 100

L'indice ICE du carreau entier varie de 1 à NBCE.

D.3 Matrice MACP

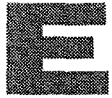
Matrice MACP	
Informations relatives aux carreaux partiels	
MACP (ICP, 1)	superficie en % du carreau partiel par rapport au carreau entier (0 à 100)
MACP (ICP, 2)	numéro du carreau entier auquel il appartient (1 à NBCE)
MACP (ICP, 3)	cumul des pourcentages de superficie des carreaux partiels en amont, calculé à la sortie du carreau partiel ICP (voir MARR (23) Annexe D.1.2).
MACP (ICP, 4)	cumul des pourcentages de superficie des lacs des carreaux partiels en amont, calculé à la sortie du carreau partiel ICP (voir MARR (24) Annexe D.1.2).
MACP (ICP, 5)	nombre de carreaux qui alimentent ce carreau
MACP (ICP, 6)	cumul des pourcentages de superficie des marais des carreaux partiels en amont, calculé à la sortie du carreau partiel ICP (voir MARR (26) Annexe D.1.2).

L'indice ICP du carreau partiel varie de 1 à NBCEP.

D.4 Matrice IJS

Matrice IJS	
Informations relatives aux stations météorologiques disponibles dans la région du bassin versant étudié	
IJS (IPM, 1)	numéro provincial (I5). (Ce numéro n'est pas utilisé dans la version actuelle du modèle)
IJS (IPM, 2)	numéro fédéral (A7)
IJS (IPM, 3)	latitude
IJS (IPM, 4)	longitude
IJS (IPM, 5)	nom (A8)
IJS (IPM, 6)	abscisse I
IJS (IPM, 7)	ordonnée J
IJS (IPM, 8)	altitude (mètres)
IJS (IPM, 9)	précipitation moyenne annuelle (mm)

L'indice IPM des stations météorologiques possibles sur le bassin versant varie de 1 à NBPMAX.



**DONNÉES DES STATIONS
HYDROMÉTRIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES**

(extension DHM)

E.1 Vecteur DHM1GEN

Vecteur obligatoire donnant les informations générales de la banque de données à créer.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	80
DHM1GEN	NAD	JRDEP	NAF	JRFIN	NBPM	NDEB	NNIV	NEIGE		
A10	15	15	15	15	15	15	15	15		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NAD	11-15	Année de début (4 chiffres) pour former la banque météo-hydro.
JRDEP	16-20	Numéro du jour du début de la préparation des données hydrométéorologiques (jour 1 pour le 1er janvier et jour 365 pour le 31 décembre, voir tableau I.1). Les données sont toujours préparées à partir du 1er janvier, pour les jours 1 à JRDEP-1, les données météorologiques seront mises à zéro (0).
NAF	21-25	Année de fin (4 chiffres) pour former la banque météo-hydro.
JRFIN	26-30	Numéro du jour de la fin de la préparation des données hydrométéorologiques (jour 1 pour le 1er janvier et jour 365 pour le 31 décembre, voir tableau I.1). Pour l'année NAF la banque est créée jusqu'au jour JRFIN. Pour les jours JRFIN + 1 à 365 ou 366, les données météorologiques seront mises à zéro (0).
NBPM	31-35	Nombre de stations météorologiques disponibles pour la période NAD-NAF max = 30 si le nombre de stations météorologiques (NBPM) est supérieur à 1 les vecteurs STAMET2, STAMET3.....etc. sont induits.
NDEB	36-40	Nombre de stations hydrométriques disponibles (max = 10) y compris la station de l'exutoire qu'elle soit réelle ou fictive. Si le nombre de stations est supérieur à 1 les vecteurs STADEB2, STADEB3 ...etc. sont induits.
NNIV	41-45	Nombre de stations donnant les niveaux journaliers des réserves dans les barrages de code 1 (section 4.3.4).
NEIGE	46-50	Code indiquant si les données de neige existent. 0; oui, les données de neige sont lues sur les fichiers MET et introduites dans le fichier. 1; non, les données de neige n'existent pas sur les fichiers MET et ne sont pas introduites sur le fichier des données hydrométéorologiques (extension HMC).

E.2 Vecteur REPMETEO

Vecteur obligatoire donnant le nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données météorologiques.

1	11	80
REPMETEO	REPMET	
A10	A70	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
REPMETO	11-80	Nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données météorologiques. Il faut terminer le nom du répertoire par un "\".

E.3 Vecteur REPHYDRO

Vecteur obligatoire donnant le nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données hydrométriques.

1	11	80
REPHYDRO	REPHYD	
A10	A70	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
REPHYDO	11-80	Nom du répertoire où se trouvent les fichiers des données hydrométriques. Il faut terminer le nom du répertoire par un "\".

E.4 Vecteur STAMET1

Vecteur obligatoire donnant les informations générales sur la première station et le nom du fichier contenant les données météorologiques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données.

1	11	18	19	31	80
STAMET1	NOMET	--	FMET		
A10	A7	A1	A12		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOMET	11-17	Numéro de la station météorologique maximum 7 caractères.
--	18	Non utilisé.
FMET	19-30	Nom du fichier contenant les données météorologiques journalières de la station. Le fichier météorologique donne, sur une première ligne, le numéro de station et l'année avec le format (3X, A7, I5) puis trois ou quatre vecteurs de 366 valeurs donnant les températures maximum et minimum, la pluie et optionnellement la neige. Si aucune donnée de neige n'existe, le bloc de vecteurs relatif à la neige journalière n'est pas introduit dans le fichier. Nous devons cependant donner 1 pour la variable NEIGE sur le vecteur DHM1GEN. Le format d'écriture des données sur le fichier est de (24I5). Le 29 février a toujours sa place, si l'année est non-bissextile, la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit -990 pour les températures et -10 pour les précipitations. Le fichier peut débiter et finir à n'importe quelle année, le programme cherchera l'année désirée.

E.5 Vecteur STAMET2...STAMET100

Vecteur induit donnant les informations générales sur les numéros des stations et les noms des fichiers contenant les données météorologiques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données.

1	11	18	19	30	80
STAMET2..30	NOMET	--	FMET		
A10	A7	A1	A12		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOMET	11-17	Numéro de la station météorologique maximum 7 caractères.
--	18	Non utilisé.
FMET	19-30	Nom du fichier contenant les données météorologiques journalières de la station. Le fichier météorologique donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,A7,I5) puis trois ou quatre vecteurs de 366 valeurs donnant les températures maximum et minimum, la pluie et optionnellement la neige. Si aucune donnée de neige n'existe le bloc de vecteurs relatif à la neige journalière n'est pas introduit dans le fichier. Nous devons cependant donner 1 pour la variable NEIGE sur le vecteur DHM1GEN. Le format d'écriture des données sur le fichier est de (24I5). Le 29 février a toujours sa place, si l'année est non-bissextile, la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit -990 pour les températures et -10 pour les précipitations. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année, le programme cherchera l'année désirée.

E.6 Vecteur STADEB1

Vecteur obligatoire donnant les informations générales sur la première station et le nom du fichier contenant les données hydrométriques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données. Si la station est un barrage de code 1, il faut aussi fournir le numéro de station donnant les niveaux d'eau dans le barrage et le nom du fichier de ces données.

1	11	17	19	31	37	39	51	55	80
STADEB1	NODEB	--	FDEB	NONIV	--	FNIV	PR		
A10	I6	A2	A12	I6	A2	A12	I4		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NODEB	11 à 16	Numéro de la station hydrométrique maximum 6 chiffres.
--	17 à 18	Non utilisé.
FDEB	19 à 30	Nom du fichier donnant les données de débits de la station. Les fichiers débit donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,17,15) suivi d'un vecteur de 366 valeurs qui donne les débits journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année le programme cherche l'année désirée. Le format est de (8F10.2). Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit -1.0 pour les débits.
NONIV	31 à 36	Numéro de la station de niveaux si la station est un barrage maximum 6 chiffres.
--	37 à 38	Non utilisé.
FNIV	39 à 50	Nom du fichier donnant les données de niveaux de la station (si barrage). Le fichier niveau donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,17,15) suivi d'un vecteur de 366 valeurs qui donne les niveaux journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année le programme cherche l'année désirée. Le format est de (8F10.2). Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit -1.0 pour les niveaux.
PR	51-54	Code utilisé pour spécifier le format d'écriture des débits sur le fichier hydro-météorologique (extension HMC). Le code indique le nombre de chiffres après le point que l'on doit utiliser. Le champ utilisé est toujours huit colonnes et la valeur de PR indique le nombre de chiffres après le point. Par défaut, si aucun chiffre n'est donné, le programme utilise 2 chiffres après le point. PR peut varier de 1 à 5 pour des formats de F8.1 à F8.5. Pour les niveaux dans les réservoirs le format F8.2 est toujours utilisé.

E.7 Vecteur STADEB2...STADEB50

Vecteur induit donnant les informations générales sur les numéros de stations et le nom des fichiers contenant les données hydrométriques que l'on veut utiliser pour créer la banque de données. Si la station est un barrage de code 1 il faut aussi donner le numéro de station donnant les niveaux d'eau dans le barrage et le nom du fichier de ces données.

1	11	17	19	31	37	39	51	55	80
STADEB2..10	NODEB	--	FDEB	NONIV	--	FNIV	PR		
A10	I6	A2	A12	I6	A2	A12	I4		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NODEB	11 à 16	Numéro de la station hydrométrique maximum 6 chiffres.
--	17 à 18	Non utilisé
FDEB	19 à 31	Nom du fichier donnant les données de débits de la station. Les fichiers débit donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,17,15) suivi d'un vecteur de 366 valeurs qui donne les débits journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année le programme cherche l'année désirée. Le format est de (10F8.2). Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit 0.0 pour les débits.
NONIV	32 à 37	Numéro de la station de niveaux si la station est un barrage maximum 6 chiffres.
--	38 à 39	Non utilisé
FNIV	40 à 51	Nom du fichier donnant les données de niveaux de la station (si barrage). Le fichier niveau donne sur une première ligne le numéro de station et l'année avec le format (3X,17,15) suivi d'un vecteur de 366 valeurs qui donne les niveaux journaliers de l'année. Le fichier contient toutes les données disponibles. Le fichier peut débuter et finir à n'importe quelle année le programme cherche l'année désirée. Le format est de (10F8.2). Le 29 février a toujours sa place. Si l'année est non-bissextile la 60 ième valeur du vecteur est un code pour manque de données soit 0.0 pour les niveaux.
PR	52-55	Code utilisé pour spécifier le format d'écriture des débits sur le fichier hydro-météorologique (extension HMC). Le code indique le nombre de chiffres après le point que l'on doit utiliser. Le champ utilisé est toujours huit colonnes et la valeur de PR indique le nombre de chiffres après le point. Par défaut, si aucun chiffre n'est donné, le programme utilise 2 chiffres après le point .PR peut varier de 1 à 5 pour les formats de F8.1 à F8.5. Pour les niveaux dans les réservoirs le format F8.2 est toujours utilisé.

E.8 Vecteur EXECUTION

Vecteur qui termine obligatoirement le groupe des vecteurs POSTEMETEO.

1	11	80
EXECUTION		
AIO		

F

**DONNÉES HYDROMÉTRIQUES ET
MÉTÉOROLOGIQUES PRÉPARÉES**

(extension HMC)

F.1 Données NBSTAT

Données NBSTAT	
Informations sur le nombre de stations utilisées pour la préparation du fichier de données hydrométriques et météorologiques (extension HMC) (format 516)	
NBSTAT(1)	dimension des données DONMETEO qui suivent (nombre de poste météorologique x 4 ou x 3 si la neige n'est pas introduite NDIMN1
NBSTAT(2)	nombre de station météorologiques considérées (maximum 100) NBPM
NBSTAT(3)	nombre de station hydrométriques considérées (maximum 50) NBSH
NBSTAT(4)	nombre de stations donnant les niveaux journaliers des réserves des barrages de code 1 NNIVO
NBSTAT(5)	Code indiquant si les données de neige sont introduites sur le fichier. 0 = oui 1 = non

F.2 Données ANDEBFIN

Vecteur ANDEBFIN	
Informations sur les années de début et de fin des données (format 2F7.0)	
ANDEBFIN(1)	année de début des données météorologiques fournies sur les données suivantes NAD
ANDEBFIN(2)	année de fin des données météorologiques fournies sur les données suivantes NAF

F.3 Données NOSTAMET

Données NOSTAMET	
Numéro des stations météorologiques utilisées (<u>format 10A7</u>)	
NOSTAMET(1 à NBPM)	numéro des stations météorologiques utilisées PMETEO(1 à NBPM)

F.4 Données NOSTADEB

Données NOSTADEB	
Numéro des stations hydrométriques utilisées (format 10F8.0)	
NOSTADEB(1 à NBPM)	numéro des stations hydrométriques utilisées STADEB(1 à NBSH)

F.5 Données NOSTANIV

Données NOSTANIV	
Numéro des stations de niveaux utilisées (format 10F8.0)	
NOSTANIV(1 à NBPM)	numéro des stations donnant les niveaux journaliers des réserves d'eau des barrages STANIV(1 à NNIVO)

Note: S'il n'y a pas de station barrage de code 1 (NNIVO = 0) ce bloc de données n'est pas écrit.

F.6 Données DONMETEO

Données DONMETEO	
Données météorologiques journalières (format 2014)	
DONMETEO(JR, 1 à NDIMN1)	température maximale journalière de l'air aux NBPM stations météorologiques en dixième de °C METEO(1 à NBPM) température minimale journalière de l'air aux NBPM stations météorologiques en dixième de °C METEO(NBPM+1 à 2xNBPM) précipitation liquide aux NBPM stations météorologiques en dixième de mm METEO(2xNBPM+1 à 3xNBPM) précipitation solide aux NBPM stations météorologiques en dixième de mm d'équivalent d'eau. Si aucune donnée de neige n'existe ce vecteur n'est pas introduit. METEO(3xNBPM+1 à 4xNBPM)

L'indice JR varie de 1 au nombre de jours de données dans la période considérée, soit de l'année NAD à NAF.

F.7 Données DONDEBIT

Données DONDEBIT	
Données hydrométriques journalières (format 10F8.2)*	
DONDEBIT(JR, 1 à NBSH)	débit moyen journalier des NBSH stations hydrométriques (m ³ /s)

L'indice JR varie de 1 au nombre de jours de données dans la période considérée, soit de l'année NAD à NAF.

* Selon les variables PR lues pour chacune des stations sur les vecteurs STADEB, le format peut varier de F8.1 à F8.5.

F.8 Données DONNIVEAU

Données DONNIVEAU	
Données de niveau journalières (format 10F8.2)	
DONNIVEAU(JR, 1 à NBSH)	niveau journalier (mètre) des réserves des barrages. La position des niveaux doit correspondre aux stations avec barrage

L'indice JR varie de 1 au nombre de jours de données dans la période considérée, soit de l'année NAD à NAF.

S'il n'y a pas de station barrage de code 1 (NNIVO = 0) ce bloc de données n'est pas écrit.





PARAMÈTRES DE SIMULATION QUANTITÉ

(extension PAH)

G.1 Les vecteurs obligatoires

G.1.1 Vecteur obligatoire SIMULATION

Vecteur obligatoire à insérer avant tous les autres vecteurs. Il permet de spécifier les dates des périodes de simulation et les paramètres pour les résultats intermédiaires.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	80
SIMULATION	NADE	JRDE P	NAFIN	JRFIN	NBJRA N	JD1	JF1	NF1	NCP1	IMACE	IMACP	IQNU		
A10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NADE	11 à 15	2 derniers chiffres de l'année du début de la simulation (ex.: 68 pour 1968);
JRDEP	16 à 20	Numéro du jour du début de la simulation pour l'année NADE (1 pour le 1er janvier, 365 pour le 31 décembre, voir le Tableau I.1). Le programme ajoutera 1 si nécessaire pour tenir compte des années bissextiles;
NAFIN	21 à 25	2 dernier chiffres de l'année de fin de simulation;
JRFIN	26 à 30	Numéro du jour de fin de simulation pour l'année NAFIN (voir Tableau I.1);
NBJRAN	31 à 35	Nombre de jours par an à simuler. Si NBJRAN est inférieur à 365, on fonctionne en discontinu. Dans ce cas, la période à simuler doit être comprise dans une année hydrologique;
JD1	36 à 40	Numéro du jour débutant la génération des résultats intermédiaires du carreau partiel NCP1;
JF1	41 à 45	Numéro du jour finissant les résultats intermédiaires;
NF1	46 à 50	Pas de la génération des données intermédiaires, en jours 0: aucune donnée générée
NCP1	51 à 55	Numéro du carreau partiel dont on désire des résultats intermédiaires;
IMACE	56 à 60	1: écriture du tableau MACE au début de la simulation; 0: rien;
IMACP	61 à 65	1: écriture du tableau MACP, au début de la simulation; 0: rien;
IQNU	66 à 70	1: écriture du tableau QNU au début de la simulation et au début de chaque nouvelle année; 0: rien;

Tableau I.1 Numéro de chaque jour de l'année.

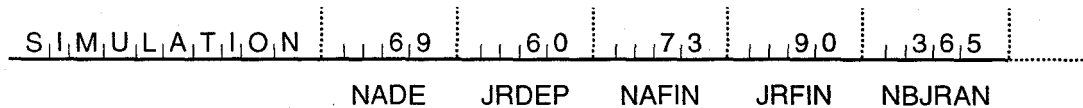
JOUR du mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	JOUR du mois
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29	29	*	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30	30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31	31		90		151		212	243		304		365	31

* Pour les années bissextiles, ajouter 1 au nombre tabulé après le 28 février.

Exemples:

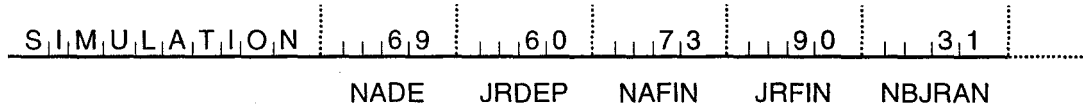
Définition de la période de simulation à l'aide des cinq premiers paramètres:

1er cas



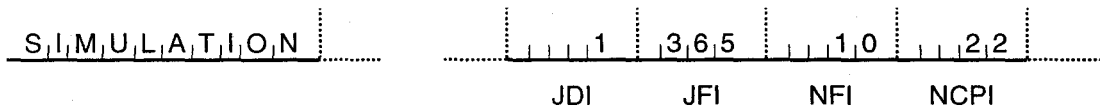
On simule les débits de toute la période incluse entre le 1er mars 1969 et le 31 mars 1973.

2e cas



On simule seulement les débits des mois de mars des années 1969 à 1973.

Calculs intermédiaires:



On génère les résultats intermédiaires du carreau partiel 22 pour les jours 1, 11, 21 ... 361. Les résultats se rapportent au carreau entier auquel ils appartiennent, sauf "VOL.EMMAG.", qui est propre au carreau partiel seul. Les résultats produits sont:

DATE	: jour et mois;
VOL.EMMAG.	: volume emmagasiné (m ³);
TJE	: température moyenne de l'air (°C);
PJN	: précipitation solide journalière (équivalent en eau en mm);
PJE	: précipitation liquide journalière (mm);
HS	: hauteur de l'eau dans le réservoir SOL (mm);
PRODU	: lame d'eau disponible pour le transfert (mm);
RUISS	: ruissellement de surface (mm);
XINF	: infiltration du réservoir SOL au réservoir NAPPE (mm);
SNC	: équivalent en eau du stock de neige en forêt (mm);
SND	: équivalent en eau du stock de neige en clairière (mm);
EAUTER	: pluie + fonte - ruissellement imperméable, disponibles pour la production (mm);
HN	: hauteur de l'eau dans le réservoir NAPPE (mm);
HM	: hauteur de l'eau dans le réservoir LACS et MARAIS (mm);
ETRSOL	: évapotranspiration réelle depuis le réservoir SOL (mm);
ETRNAP	: évapotranspiration réelle depuis le réservoir NAPPE (mm).

G.1.2 Vecteur obligatoire NEIGE

Ce vecteur définit les valeurs des différents paramètres régissant la fonte de la neige.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
NEIGE	STRNE	TFC	TFD	TSC	TSD	TTD	TTS	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
STRNE	11 à 20	seuil de transformation pluie-neige (°C);
TFC	21 à 30	taux potentiel de fonte en forêt (mm/°C/jour);
TFD	31 à 40	taux potentiel de fonte en clairière (mm/°C/jour);
TSC	41 à 50	seuil de température de fonte en forêt (°C);
TSD	51 à 60	seuil de température de fonte en clairière (°C);
TTD	61 à 70	coefficient de déficit calorifique;
TTS	71 à 80	température du mûrissement du stock de neige (°C).

G.1.3 Vecteur obligatoire OPTION

Ce vecteur permet de fixer les options du programme.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
OPTION	JONEI	JOEVA	KODSIM	MOTRAN	ISTO	NSOD	NSOF	JREC	NTEMP	NTHIES	---	NANHDR	KPREC		
A10	15	15	15	15	15										

Variable	Colonnes	Description
JONEI	11 à 15	paramètre qui permet de décaler la date d'insolation maximale pour le calcul de la fonte de la neige. Pour JONEI = 80, la durée d'ensoleillement potentiel est maximale le 21 juin (Figure 4.3);
JOEVA	16 à 20	rôle analogue à JONEI, mais pour l'évapotranspiration;
KODSIM	21 à 25	0: les données météorologiques journalières sont lues sur le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC); 1: les données météorologiques journalières sont lues sur vecteurs du fichier (extension PAH) et ceci implique l'utilisation des vecteurs "DATE" et "METEO";
MOTRAN	26 à 30	mode de calcul du transfert à travers le bassin: -1: transfert supprimé, si on ne s'intéresse qu'à la production; 0: de l'aval vers l'amont;
ISTO---	31 à 35	Code de sauvegarde des données météorologiques: 1: sauvegarde des données météorologiques moyennes sur les bassins versants ayant une station hydrométrique réelle. Les données gardées sur fichier (extension TPF) sont: la température de l'air, la pluie et la fonte. Ce fichier est utilisé pour faire les graphiques de ces données. 0: aucune donnée météorologique n'est gardée et le fichier n'est pas créé;
NSOD	36 à 40	numéro du jour de début des débits calculés à chaque pas de temps;
NSOF	41 à 45	numéro du jour de fin des débits calculés à chaque pas de temps;
JREC	46 à 50	code pour les débits reconstitués; 0: on ne reconstitue pas les débits; 1: on reconstitue les débits;
NTEMP	51 à 55	code de calcul de la température moyenne de l'air sur les carreaux entiers: 1: par régression, depuis l'ensemble des stations météorologiques si COET=0.0 ou par polygones de Thiessen, si COET ≠ 0.0 (COET est défini sur le vecteur obligatoire SOL3 G.1.6); 3: par pondération des trois stations les plus proches;
NTHIES	56 à 60	code de calcul des précipitations: 1: par les polygones de Thiessen: affectation, au carreau entier, de la station météorologique la plus proche; 3: par pondération des trois stations les plus proches. Toutefois, lorsque NTHIES vaut 1, NTEMP doit être émis à 1;

--	61 à 65	non utilisé;
NANHDR	66 à 70	numéro du mois initial de l'année hydrologique pour la simulation; 1 ou 0: l'année hydrologique débute le 1er janvier et finit le 31 décembre; 10: l'année hydrologique débute le 1er octobre et se termine le 30 septembre;
KPREC	71 à 75	code de corrections des précipitations: 0: pas de correction; 1: correction des précipitations. Dans ce cas, on doit lire les vecteurs induits CORPREC (Annexe G.3.8).

G.1.4 Vecteur obligatoire SOL1

Ce vecteur permet de définir les paramètres de vidange des réservoirs.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
SOL1	CIN	CVMAR	CVNB	CVNH	CVSB	CVSI	XINFMA	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
CIN	11 à 20	coefficient d'infiltration dans le réservoir NAPPE. Lorsque ce coefficient n'est pas le même pour tous les carreaux entiers, il doit être lu sur le vecteur facultatif COEFINFILT (Annexe G.2.12);
CVMAR	21 à 30	coefficient de vidange du réservoir LACS et MARAIS;
CVNB	31 à 40	coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE;
CVNH	41 à 50	coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE;
CVSB	51 à 60	coefficient de vidange basse du réservoir SOL;
CVSI	61 à 70	coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL;
XINFMA	71 à 80	infiltration maximale (mm/jour).

G.1.5 Vecteur obligatoire SOL2

Ce vecteur permet de définir les paramètres de hauteur de vidange des réservoirs.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
SOL2	HINF	HINT	HMAR	HNAP	HPOT	HSOL	HRIMP	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
HINF	11 à 20	seuil d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE (mm);
HINT	21 à 30	seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL (mm);
HMAR	31 à 40	seuil de vidange du réservoir LACS et MARAIS (mm);
HNAP	41 à 50	seuil de vidange supérieure du réservoir NAPPE (mm);
HPOT	51 à 60	seuil de prélèvement de l'eau à taux potentiel, par évapotranspiration (mm);
HSOL	61 à 70	hauteur du réservoir SOL (mm);
HRIMP	71 à 80	lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables (mm).

G.1.6 Vecteur obligatoire SOL3

Ce vecteur permet de définir les paramètres de vidage des réservoirs.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
SOL3	COEP	EVNAP	TRI	XAA	XIT	XLA	COET	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
COEP	11 à 20	coefficient de correction des précipitations annuelles en fonction de l'altitude (mm/mètre/an);
EVNAP	21 à 30	fraction de l'évapotranspiration prise dans le réservoir NAPPE (de 0.0 à 1.0);
TRI	31 à 40	fraction de surface imperméable du carreau entier (de 0.0 à 1.0). Lorsque ce coefficient n'est pas le même pour tous les carreaux entiers, il doit être lu sur le vecteur facultatif SURFIMPERM (Annexe G.2.35);
XAA	41 à 50	exposant de la formule de Thornthwaite;
XIT	51 à 60	valeur de l'index thermique de Thornthwaite;
XLA	61 à 70	latitude moyenne du bassin versant en degrés et minutes sexagésimales (ex.: XLA = 4245 pour une latitude de 42°45').
COET	71 à 80	correction des températures en fonction de l'altitude (°C/1 000'm).

Note: le modèle a trois options pour calculer la température sur chaque carreau entier. (Voir variable NTEMP sur le vecteur obligatoire OPTION, Annexe G.1.3) Si NTEMP = 1 et COET = 0, le modèle calcule la température par régression, en fonction de l'altitude moyenne du carreau entier. Par contre, si COET ≠ 0 ET NTEMP = 1, la température d'un carreau sera estimée à l'aide de la station météorologique la plus près, corrigée en fonction de la différence d'altitude entre la station et le carreau considéré. Si NTEMP = 3, COET peut être égal ou différent de zéro et NTEMP et NTHIES doivent avoir les mêmes valeurs.

G.1.7 Vecteur obligatoire SOLINITIAL

Ce vecteur permet de définir les conditions initiales le premier jour de la simulation.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
SOLINITIAL	HSINI	HNINI	HMINI	QO	TMUR	TSTOCK		
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
HSINI	11 à 20	niveau d'eau initial dans le réservoir SOL (mm);
HNINI	21 à 30	niveau d'eau initial dans le réservoir NAPPE (mm);
HMINI	31 à 40	niveau d'eau initial dans le réservoir LACS et MARAIS (mm);
QO	41 à 50	débit initial à l'exutoire du bassin versant (m ³ /s). Chaque sous-bassin aura un débit initial proportionnel à sa superficie;
TMUR	51 à 60	index de mûrissement du manteau nival;
TSTOCK	61 à 70	index de température du manteau nival.

G.1.8 Vecteur obligatoire TRANSFERT

Ce vecteur permet de fixer les paramètres de transfert

1	11	21	31	80
TRANSFERT	EXXKT	ZN		
AIO	F 10.3	F 10.3		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
EXXKT	11 à 20	paramètre de calcul du coefficient de transfert d'un carreau partiel à l'autre, pour le pas de temps d'une journée;
ZN	21 à 30	temps de concentration du bassin versant (jours).

G.1.9 Vecteur obligatoire POSTEMETEO

Ces vecteurs spécifient les principales caractéristiques des stations météorologiques utilisées lors de la simulation. Ces vecteurs doivent correspondre aux stations réellement existantes sur le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC) pour la période que l'on désire simuler.

1	11	34	41	46	51	61	66	71	76	80
POSTEMETEO	NOM	NOSME	ICA	JCA	TP	IALT	LAT	LONG	NPROV	
A10	A23	A7	15	15	F 10.3	15	15	15	15	

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOM	11 à 33	nom de la station météorologique;
NOSME	34 à 40	numéro de la station, ce numéro doit être un numéro existant sur la banque de données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC);
ICA	41 à 45	abscisse de la station dans le système de coordonnées "I et J" du bassin;
JCA	46 à 50	ordonnée de la station dans le système de coordonnées "I et J" du bassin;
TP	51 à 60	précipitation moyenne interannuelle de la station (mm);
IALT	61 à 65	altitude de la station (mètres);
LAT	66 à 70	latitude de la station (degrés sexagésimaux). Ce paramètre est donné comme information et n'est pas obligatoire;
LONG	71 à 75	longitude de la station (degrés sexagésimaux). Ce paramètre est donné comme information et n'est pas obligatoire;
NPROV	76 à 80	numéro secondaire de la station. Ce paramètre est donné comme information et n'est pas obligatoire.

REMARQUES:

- 1) le nombre de vecteurs "POSTEMETEO" à fournir est égal au nombre "NBPM" de stations météorologiques défini pour la période considérée sur la banque de données hydrométriques et météorologiques. CEQUEAU-ONU permet un maximum de 100 stations météorologiques;
- 2) les valeurs des variables ICA et JCA peuvent être modifiées, de façon à changer l'importance relative des stations pour l'estimation des précipitations sur le bassin versant étudié;
- 3) lorsque le nombre de stations météorologiques utilisées varie dans le temps, les vecteurs "POSTEMETEO" nécessaires sont ceux correspondant réellement à la période simulée. S'il y a modification dans le groupe des stations utilisées au cours de la simulation, il est nécessaire de relire les vecteurs POSTEMETEO correspondant aux nouvelles stations. L'exemple ci-dessous illustre ce cas:

Supposons que la banque de données hydrométriques et météorologiques soit ainsi formée:

- 6 stations météorologiques du 1er janvier 1967 au 14 juillet 1968 (numéros "a" à "f");
- 3 stations du 15 juillet 1968 au 24 juin 1972 (numéros "b", "c" et "f");
- 4 stations du 25 juin 1972 au 31 décembre 1975 (numéros "a", "b", "c" et "f").

On désire simuler du 5 mars 1970 au 31 décembre 1975. La succession des vecteurs nécessaires pour cette simulation serait alors la suivante:

TRANSFERT	
POSTEMETEO	b
POSTEMETEO	c
POSTEMETEO	f
EXECUTION	
POSTEMETEO	a
POSTEMETEO	b
POSTEMETEO	c
POSTEMETEO	f

G.1.10 Vecteur obligatoire EXECUTION

Ce vecteur termine obligatoirement le groupe des vecteurs facultatifs, que ces derniers soient présents ou non.

1	11	80
EXECUTION		
AIO		

G.2 Les vecteurs facultatifs

G.2.1 Vecteur facultatif STATIONFIC

Ce vecteur permet de spécifier les numéros de carreaux partiels où l'on désire calculer les débits ailleurs qu'aux stations hydrométriques.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	7680
STATIONFIC	(NUMST(I), I - NBSH + 1 à NSTAT)													
AI0	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5	I5

S'il y a NBSH stations hydrométriques réelles, les NSFIC stations fictives auront les numéros NBSH + 1 à NSTAT (où NSTAT = NBSH + NSFIC). Lorsqu'on veut définir plus de 14 stations fictives, il suffit de rajouter un vecteur supplémentaire. Toutefois, NSTAT doit rester inférieur ou égal à 100.

Variables
NUMST (I)

Description
numéro du carreau partiel où est située la station fictive I, numéro qui varie de 1 à NBSH, mais ne doit pas correspondre à un numéro où il y a une station réelle ou un double exécutoire (voir vecteur EXUBIS Annexe G.2.23)

REMARQUE:

Les vecteurs STATIONFIC, lorsqu'ils sont utilisés, doivent être obligatoirement les premiers vecteurs facultatifs insérés, c'est-à-dire immédiatement après les vecteurs POSTEMETEO, s'il n'existe pas de vecteur induit CORPREC, sinon, immédiatement après les vecteurs CORPREC.

G.2.2 Vecteur facultatif BARRAGE

Ces vecteurs permettent de spécifier les stations (réelles ou fictives) où se trouvent les barrages.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
BARRAGE	(KODBAR(I), I = 1 à NSTAT)														
AIO	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Il est nécessaire que chaque carreau partiel où se trouve un barrage soit défini comme station hydrométrique ou comme station fictive (par la vecteur facultatif STATIONFIC).

Variables
KODBAR (I)

Description

code de la station numéro I; quatre possibilités:

0: pas de barrage, écoulement naturel;

1: présence d'un barrage dont le débit évacué est lu sur le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC). La cote maximale du barrage peut être spécifiée sur la vecteur facultatif HAUTEURMAX, les vecteurs NIVEAU et VOLUME sont induits;

2: présence d'un barrage dont le débit évacué est calculé selon les capacités d'emmagasinement et d'évacuation, les vecteurs NIVEAU et DEBIT sont induits;

3: le carreau partiel sur lequel est située cette station reçoit un débit provenant de l'extérieur du bassin versant simulé, par exemple d'un barrage en amont. Les débits entrants sont lus sur le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC).

CONTRAINTES D'UTILISATION DES CODES

CODE	TYPE DE STATION	VECTEURS INDUITS	REMARQUES
0	Réel ou fictive	Aucune	-----
1	Réel	NIVEAU VOLUME	Le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées doit contenir: - le débit évacué de ce barrage; - la cote observée de l'eau de la retenue
2	Réel ou fictive	NIVEAU DEBIT	-----
3	Réel	Aucune	Le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées doit contenir les débits entrants.

REMARQUES:

- 1) une station réelle est une station où des débits journaliers ont été observés et sont conservés dans le fichier de données hydrométriques et météorologiques préparées; une station fictive est un point arbitraire du bassin versant où l'on calcule les débits transitants, mais pour laquelle il n'existe pas de débits observés;
- 2) par défaut, il n'y a aucun barrage. Toutefois, dès qu'il en existe au moins un, il est nécessaire de spécifier les codes "KODBAR", à chaque station réelle ou fictive;
- 3) s'il y a plus de 14 stations, on continuera sur un ou plusieurs vecteurs BARRAGE;
- 4) les dimensions actuelles du modèle permettent un maximum de 50 barrages;
- 5) les vecteurs BARRAGE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.3 Vecteur facultatif CARTEEVA

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique des données spatiales de l'évaporation (mm), sur chaque carreau entier.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTEEVA	(IDATE(I,8), I = 1 à N)							
A10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales (extension DSP) l'évaporation calculée sur chaque carreau entier.

Variables
IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier l'évaporation du jour, donnée sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTEEVA. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée d'évaporation n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTEEVA sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant l'évaporation sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL ou CARTETEMP.

G.2.4 Vecteur facultatif CARTEFONTE

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique des données spatiales de la fonte (mm), sur chaque carreau entier.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTEFONT E	(IDATE(I,6),I = 1 à N)							
AIO	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales (extension DSP) la fonte calculée sur chaque carreau entier.

Variables
IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier la fonte du jour, donnée sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTEFONTE. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée de fonte n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTEFONTE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant la fonte sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL ou CARTETEMP.

G.2.5 Vecteur facultatif CARTENAPPE

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de la hauteur d'eau dans le réservoir NAPPE (mm), sur chaque carreau entier.

	1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTENAPPE	(IDATE(I,4), I = 1 à N)								
A10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier de données spatiales (extension DSP), la hauteur d'eau dans le réservoir NAPPE sur chaque carreau entier.

Variables
IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier la hauteur d'eau dans la NAPPE donné sous la forma "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTENAPPE. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée de hauteur d'eau dans le réservoir NAPPE n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTENAPPE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant la hauteur d'eau dans le réservoir NAPPE sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal de CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL ou CARTETEMP.

G.2.6 Vecteur facultatif CARTENEIGE

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de l'équivalent en eau moyen du stock de neige au sol (mm), sur chaque carreau entier, calculé à partir des valeurs en clairière et en forêt, pondérées suivant le pourcentage de superficie de ces deux zones.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTENEIGE	(IDATE(I,2), I = 1 à N)							
A10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales (extension DSP), l'équivalent en eau moyen du stock de neige sur chaque carreau entier.

Variables

IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier l'équivalent en eau moyen du stock de neige au jour donné sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs pour chacun des types suivants: CARTENEIGE. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée d'équivalent en eau moyen du stock de neige n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTENEIGE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant l'équivalent en eau moyen du stock de neige sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal de CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTEPLUIE, CARTESOL ou CARTETEMP.

G.2.7 Vecteur facultatif CARTEPLUIE

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique de la précipitation liquide (mm), sur chaque carreau entier.

	1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTEPLUIE	(IDATE(I,5), I = 1 à N)								
AIO	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales (extension DSP), la précipitation liquide calculée sur chaque carreau entier.

Variables

IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier la précipitation liquide du jour, donnée sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTEPLUIE. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée de précipitation liquide n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTEPLUIE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant la précipitation liquide sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal de CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTESOL ou CARTETEMP.

G.2.8 Vecteur facultatif CARTESOL

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique représentant la hauteur d'eau dans le réservoir SOL (mm), sur chaque carreau entier.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTESOL	(IDATE(I,3), I = 1 à N)							
A10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales la hauteur d'eau dans le réservoir SOL.

Variables

IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier la hauteur d'eau dans le réservoir SOL, donnée sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTESOL. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée de hauteur d'eau dans le réservoir SOL n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTESOL sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant la hauteur d'eau dans le réservoir SOL sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal de CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE ou CARTETEMP.

G.2.9 Vecteur facultatif CARTETEMP

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on désire générer les données nécessaires au graphique représentant la la température (°C), sur chaque carreau entier.

	1	11	21	31	41	51	61	71	80
CARTETEMP	(IDATE(I,7), I = 1 à N)								
AIO	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Au jour demandé, le modèle écrit sur le fichier des données spatiales (extension DSP) la température moyenne de l'air sur chaque carreau entier.

Variables

IDATE(I,*)

Description

date à laquelle on veut garder sur fichier la température moyenne de l'air du jour donnée sous la forme "jjmmaa",
où:
jj est le jour (2 chiffres);
mm est le mois (2 chiffres);
aa est l'année (2 chiffres);

Exemple: 150375 pour le 15 mars 1975.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent d'avoir jusqu'à sept vecteurs CARTETEMP. Chacun de ces vecteurs peut contenir sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être postérieures au début de la simulation;
- 2) par défaut, aucune donnée de température n'est gardée sur le fichier;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs CARTETEMPS sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) la carte du bassin versant donnant la température moyenne de l'air sur chaque carreau entier peut être obtenue à l'aide de la commande GRAPHIQUE du menu principal de CEQUEAU-ONU.

Voir aussi CARTEEVA, CARTEFONTE, CARTENAPPE, CARTENEIGE, CARTEPLUIE, CARTESOL.

G.2.10 Vecteur facultatif COEFIMP

Ce vecteur permet de définir la fraction de surface imperméable sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFIMP	IMI	IMA	JMI	JMA	PCIMP		
A10	I5	I5	I5	I5	F10.3		

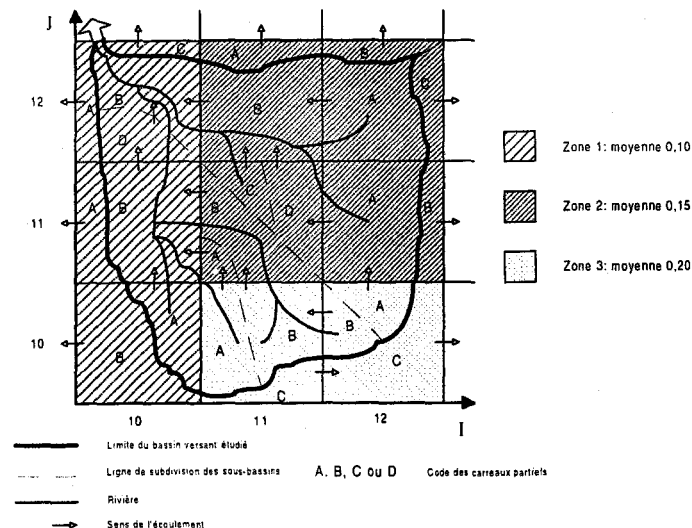
Rappelons que la fraction de surface imperméable peut être définie de trois manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre TRI du vecteur obligatoire SOL3;
- carreau entier par carreau entier avec le vecteur facultatif SURFIMPERM;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif COEFIMP.

Variable	Colonnes	Description
IM	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
PCIMP	31 à 35	valeur moyenne (0.00 à 1.00) de la fraction de surface imperméable pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur COEFIMP qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir la fraction de surface imperméable.

EXEMPLE:



Cette correction implique les vecteurs suivants:

COEFIMP	10	10	10	12	0.10
COEFIMP	11	12	11	12	0.15
COEFIMP	11	12	10	10	0.20

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de TRI lue sur le vecteur obligatoire SOL3 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur COEFIMP, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "PCIMP". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour la fraction de surface imperméable. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront une fraction de surface imperméable définie par le paramètre TRI du vecteur obligatoire SOL3 ;
- 3) le ou les vecteurs COEFIMP sont à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.11 Vecteur facultatif COEFINF

Ce vecteur permet de définir le coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFINF	IMI	IMA	JMI	JMA	TOINF		
A10	I5	I5	I5	I5	F10.3		

Rappelons que ce coefficient d'infiltration peut être défini de trois manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre CIN du vecteur obligatoire SOL1;
- carreau entier par carreau entier avec le vecteur facultatif COEFINFILT;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif COEFINF.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J.
TOINF	31 à 35	valeur moyenne (0.00 à 1.00) du coefficient d'infiltration pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur COEFINF qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de CIN lue sur le vecteur obligatoire SOL1 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur COEFINF, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "TOINF". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE défini par le paramètre CIN du vecteur obligatoire SOL1 ;
- 3) le ou les vecteurs COEFINF sont à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.12 Vecteur facultatif COEFINFILT

Ce vecteur permet de définir les coefficients d'infiltration particulier du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
COEFINFILT	(TOINF(I), I = 1 à NBCE)														
AIO	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4

Le coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPE peut être défini de trois façons distinctes:

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre CIN du vecteur obligatoire SOL1;
- carreau entier par carreau entier, avec le vecteur facultatif COEFINFILT. Dans ce cas on doit définir le coefficient de tous les carreaux entiers (NBCE) en utilisant autant de vecteurs COEFINFILT que nécessaire.
- par zone homogène à l'aide du vecteur COEFINF.

<u>Variables</u>	<u>Description</u>
TOINF (I)	coefficient d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE pour le carreau entier I (0.00 à 1.0);
NBCE	Nombre de carreaux entiers du bassin versant.

REMARQUES:

- 1) la valeur de CIN lue sur le vecteur obligatoire SOL1 est prioritaire;
- 2) le programme reconnaît un champ de 5 colonnes vierges et attribue, pour le carreau correspondant, la valeur "CIN". Ceci permet, si peu de carreaux entiers ont des valeurs spécifiques pour leur coefficient d'infiltration, de donner à l'aide du paramètre CIN du vecteur obligatoire SOL1, la valeur du coefficient d'infiltration pour la majorité des carreaux, et de ne définir sur les vecteurs COEFINFILT que les coefficients des carreaux qui ont des valeurs différentes;
- 3) on mettra autant de vecteurs COEFINFILT que nécessaire, à raison de 14 valeurs par vecteurs, et il doit y avoir NBCE champs de 5 colonnes, qu'ils soient vierges ou non;
- 4) le ou les vecteurs COEFINFILT sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant la vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.13 Vecteur facultatif COEFVNB

Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFVNB	IMI	IMA	JMI	JMA	CVNBS		
A10	I5	I5	I5	I5	F10.3		

Rappelons que ce coefficient de vidange peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre CVNB du vecteur obligatoire SOL1;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif COEFVNB.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J.
CVNBS	31 à 35	valeur moyenne (0.00 à 1.00) du coefficient de vidange pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur COEFVNB qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de CVNB lue sur le vecteur obligatoire SOL1 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur COEFVNB, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "CVNBS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un coefficient de vidange basse du réservoir NAPPE défini par le paramètre CVNB du vecteur obligatoire SOL1 ;
- 3) le ou les vecteurs COEFVNB sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.14 Vecteur facultatif COEFVNH

Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFVNH	IMI	IMA	JMI	JMA	CVNHS		
A10	15	15	15	15	F10.3		

Rappelons que ce coefficient de vidange peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre CVNH du vecteur obligatoire SOL1;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif COEFVNH.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
CVNHS	31 à 35	valeur moyenne (0.00 à 1.00) du coefficient de vidange pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur COEFVNH qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de CVNH lue sur le vecteur obligatoire SOL1 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur COEFVNH, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "CVNHS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un coefficient de vidange haute du réservoir NAPPE défini par le paramètre CVNH du vecteur obligatoire SOL1 ;
- 3) le ou les vecteurs COEFVNH sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.15 Vecteur facultatif COEFVSI

Ce vecteur permet de définir le coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFVSI	IMI	IMA	JMI	JMA	CVSIS		
A10	I5	I5	I5	I5	F10.3		

Rappelons que ce coefficient de vidange peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre CVSIS du vecteur obligatoire SOL1;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif COEFVSI.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
CVSIS	31 à 35	valeur moyenne (0.00 à 1.00) du coefficient de vidange pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur COEFVSI qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de CVSIS lue sur le vecteur obligatoire SOL1 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur COEFVSI, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "CVSIS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un coefficient de vidange intermédiaire du réservoir SOL défini par le paramètre CVSIS du vecteur obligatoire SOL1 ;
- 3) le ou les vecteurs COEFVSI sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.16 Vecteur facultatif CONTRAINTE

Ce vecteur permet de spécifier les cotes à atteindre certains jours pour les barrages de code 2 (voir vecteur facultatif BARRAGE).

1	11	16	21	31	36	46	51	61	66	76	80
CONTRAINTE	NOBAR1	JRBAR (1)	HAUT(1)	JRBAR(2)	HAUT(2)	JRBAR(3)	HAUT(3)	JRBAR(4)	HAUT (4)		
A10	15	15	F10.3	15	F10.3	15	F10.3	15	F10.3		

<u>Variables</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOBAR1	11 à 15	numéro d'ordre (de 1 à NSTAT) du barrage dont on veut spécifier les cotes imposées;
JRBAR(1)	16 à 20	numéro du premier jour de la cote imposée (normalement 1);
HAUT(1)	21 à 30	cote en mètres imposée au jour "JRBAR(1)",
		etc...

REMARQUES:

- 1) par défaut, il n'y a aucune contrainte sur les cotes des barrages;
- 2) on mettra autant de vecteur CONTRAINTE que nécessaire, à raison de quatre jours par vecteur;
- 3) il est nécessaire que les jours JRBAR(1) à JRBAR(n) soient donnés dans l'ordre croissant et avec la convention JRBAR(i) = 1 pour le 1er janvier, JRBAR(i) = 365 pour le 31 décembre. On doit spécifier une cote pour le dernier jour de l'année, même si la simulation s'arrête avant;
- 4) il n'est pas nécessaire de fournir les dates jour par jour, le modèle complète par interpolation linéaire.

Ainsi, en donnant JRBAR(i) = 100 et HAUT(i) = 120 mètres d'une part, JRBAR (i + 1) = 102 et HAUT (i + 1) = 122 m d'autre part, le programme attribuera au jour 101 la cote imposée 121 m;

- 5) il ne peut y avoir plus de quatre barrages susceptibles d'avoir des cotes imposées par les vecteurs CONTRAINTE;
- 6) le bloc des vecteurs CONTRAINTE relatif à un même barrage peut être introduit n'importe où après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant la vecteur obligatoire EXECUTION.

Exemple d'arrangement des vecteurs:

```

BARRAGE      1 0 2
NIVEAU
VOLUME
DEBIT
NIVEAU
CONTRAINTE   3
CONTRAINTE   3
CONTRAINTE   3
    
```


G.2.17 Vecteur facultatif CTP (Coefficient de Transfert Particulier)

Vecteur donnant les coefficients de transfert particulier.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
CTP	ICAR(1)	IXKT(2)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	ICAR(I)
A10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Par défaut, le coefficient de transfert à travers un carreau partiel est calculé en fonction du rapport entre la superficie des lacs du carreau partiel et celle du bassin versant en amont. Toutefois, pour les très grands lacs, il peut être nécessaire de redéfinir le coefficient de transfert correspondant, la formule précédente risquant d'être infirmée par les caractéristiques physiques des lieux.

Variables

Description

ICAR(I)

numéro du carreau partiel (1 à NBCP) dont on veut changer la valeur du coefficient de transfert;

IXKT(I)

valeur du nouveau coefficient de transfert, en dix millièmes:

$$XKT(ICAR(I)) = IXKT(ICAR(I)) / 10\ 000.$$

REMARQUES:

- 1) on peut mettre sept couples de valeurs par vecteur, et on peut introduire autant de vecteurs que nécessaire;
- 2) ces vecteurs sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.18 Vecteur facultatif DATARELEVE

Ce vecteur permet de définir les jours où l'on veut réajuster les stocks de neige sur le bassin, à partir des relevés faits ces jours-là.

	1	11	21	31	41	51	61	71	80
DATERELEVE	(IDATE(I,1), I = 1 à N)								
AIO	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10	I 10

Variables

IDATE(I, 1)

Description

date à laquelle on veut réajuster les stocks de neige, donnée sous forme "jjmmaa" où:
 jj est le jour du mois (2 chiffres);
 mm est le mois (2 chiffres);
 aa est l'année (2 chiffres).

Exemple: 230482 pour le 23 avril 1982.

REMARQUES:

- 1) les dimensions actuelles du modèle permettent jusqu'à sept vecteurs DATERELEVE, contenant chacun sept dates. L'ordre chronologique n'est pas obligatoire, mais les dates spécifiées doivent être comprises entre le début et la fin de la période de simulation;
- 2) par défaut, on ne réajuste pas les stocks de neige;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs DATERELEVE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant la vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) chaque date spécifiée par la vecteur DATERELEVE implique l'utilisation d'un groupe de vecteurs induits RELEVEMOY;

G.2.19 Vecteur facultatif EAUIRRIG

Ce vecteur permet de fixer les volumes d'eau qui seront prélevés dans les réservoirs pour l'irrigation.

	11	14	62	65	69	74	80
EAUIRRIG	NOBIR	VOLIRR(i)	PCRIRR	NCPRIR	VMEIR		
AIO	13	12F4.0	F3.1	I4	F6.0		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOBIR	11 à 13	numéro du barrage (1 à NSTAT) ou l'on désire prélevé de l'eau pour l'irrigation
VOLIRR(I)	14 à 61	volumes journaliers (1000 m ³) à prélevés pour chacun des mois de l'année.
PCRIRR	62 à 64	fraction de retour en rivière de l'eau d'irrigation (0.0 à 1.0).
NCPRIR	65 à 68	numéro du carreau partiel (1 à NBCP) pour le retour de l'eau d'irrigation.
VMEIR	69 à 74	volume minimum que doit contenir le réservoir pour effectuer le prélèvement pour l'eau d'irrigation. Si le volume d'eau dans le réservoir est inférieur à VMEIR, aucun prélèvement n'est fait.

REMARQUES:

- 1) par défaut, il n'y a aucun prélèvement pour l'eau d'irrigation dans les réservoirs. On introduit un vecteur EAUIRRIG pour chaque réservoir ou l'on désire prélevé de l'eau pour l'irrigation.
- 2) le ou les vecteurs EAUIRRIG sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.20 Vecteur facultatif EAUPOTAB

Ce vecteur permet de fixer les volumes d'eau qui seront prélevés dans les réservoirs pour l'eau potable.

1	11	14	62	65	69	75 80
EAUPOTAB	NOBEP	VOLEP(i)	PCREP	NCPREP	VMEPO	
AlO	I3	12F4.0	F3,1	I4	F6.0	

Variable	Colonnes	Description
NOBEP	11 à 13	numéro du barrage 1 à NSTAT
VOLEP(I)	14 à 61	volumes journaliers (1000 m ³) à prélevés pour chacun des mois de l'année. I varie de 1 à 12.
PCREP	62 à 64	fraction de retour en rivière de l'eau potable (0.0 à 1.0)
NCPREP	65 à 68	numéro du carreau partiel (1 à NBCP) pour le retour de l'eau potable
VMEPO	69 à 74	volume minimum que doit contenir le réservoir pour effectuer le prélèvement de l'eau potable. Si le volume d'eau dans le réservoir est inférieur à VMEPO, aucun prélèvement d'est fait.

REMARQUES:

- 1) par défaut, il n'y a aucun prélèvement pour l'eau potable dans les réservoirs. On introduit un vecteur EAUPOTAB pour chaque réservoir ou l'on désire prélevé de l'eau potable.
- 2) le ou les vecteurs EAUPOTAB sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.21 Vecteur facultatif EVAPOBAR

Ce vecteur permet de fixer le pourcentage d'évaporation à la surface de chaque réservoir

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
EVAPOBAR	(PEVABA(I) I=1 à NSTAT)														
A10	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0	F5.0

Variables

PEVABA(I)

Description

pourcentage d'évaporation qui sera prélevé dans le réservoir I.

L'évaporation sera calculée de la façon suivante:

- $EVAPBAR(I) = SRES(I) * (ETHORN/NPJO) * (PEVABA(I)/100)$

où

ETHORN évaporation en mm/jour calculée par le modèle
 NPJO nombre de transfert par jour
 SRES(I) superficie du réservoir I.

REMARQUES:

- 1) par défaut, il n'y a aucun prélèvement pour l'évaporation dans les réservoirs. Toutefois, dès qu'on veut fixer au moins un pourcentage de prélèvement, il est nécessaire de spécifier les pourcentages "PEVABA", pour les NSTAT stations hydrométriques qu'il y ait des barrages ou non (NSTAT= nombre de stations réelles et fictives). Pour les stations sans barrages on laisse le champs vide ou égale à 0.0;
- 2) s'il y a plus de 14 stations, on continuera sur un ou plusieurs vecteurs EVAPOBAR;
- 3) les dimensions actuelles du modèle permettent un maximum de 150 stations hydrométriques avec ou sans barrage;
- 4) le ou les vecteurs EVAPOBAR sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.22 Vecteur facultatif EVAPORIV

Ce vecteur permet de fixer les paramètres pour l'évaporation à la surface des rivières.

1	11	21	27	32	80
EVAPORIV	PEVARI	COLARG	EXPLAR		
AI0	F10.3	F6.3	F5.2		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
PEVARI	11 à 20	pourcentage (1 à 100) d'évaporation dans la rivière.
COLARG	21 à 26	coefficient de la relation largeur-débit.
EXPLAR	27 à 31	exposant de la relation largeur-débit.

L'évaporation sera calculée de la façon suivante:

- $EVAPRIV(I) = SRIV(I) * (ETHORN/NPJO) * (PEVARI/100)$

où

EVARIV(I)	évaporation prélevée dans la rivière du carreau partiel I
ETHORN	évaporation en mm/jour calculée par le modèle
NPJO	nombre de transfert par jour
SRIV(I)	superficie de la rivière dans le carreau partiel I

La superficie de la rivière SRIV lorsqu'il y a un débit Q nécessite une approximation qui fait intervenir les relations de la géométrie hydraulique, à savoir la relation entre les débits (Q) et les largeurs (W) de la rivière:

$$W = COLARG * (Q^{EXPLAR}).$$

Ainsi on peut évaluer la superficie de la rivière, si on connaît la longueur de celle-ci.

REMARQUES:

- 1) par défaut, aucune évaporation en rivière n'est prélevée;
- 2) si COLARG et EXPLAR ne sont pas connus, laisser les champs vierge ou égaux à 0.0 et le programme va assigner les valeurs par défaut qui sont 5.0 pour COLARG et 0.3 pour EXPLAR
- 3) le vecteur EVAPORIV est à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

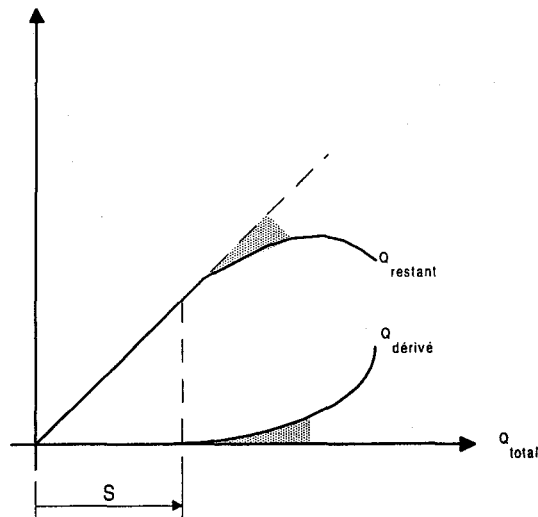
G.2.23 Vecteur facultatif EXUBIS

Le vecteur EXUBIS permet de définir une sortie supplémentaire sur un carreau partiel. C'est le cas d'un lac qui possède un second exutoire, ou d'une dérivation partielle de l'eau transitant dans le carreau.

1	11	16	21	31	41	51	56	80
EXUBIS	NOBIS(I,1)	NOBIS(I,2)	a	b	c			
A10	I5	I5	F 10.3	F 10.3	F 10.3			

On suppose pouvoir représenter le phénomène par une loi de la forme suivante:

$$Q_{\text{dérivé}} = \max(0, aQ_{\text{tot}}^2 + bQ_{\text{tot}} + c)$$



- En-dessous d'un seuil "S", le débit total Q_{tot} transite normalement suivant le cheminement défini par la banque de drainage: $Q_{\text{dérivé}}=0$.
- Au-dessus du seuil "S", il y a un déversement partiel dans un autre carreau (qui peut être en dehors du bassin, auquel cas c'est une fuite).

<u>Variables</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NOBIS(I,1)	11 à 15	numéro du carreau partiel ayant une seconde sortie (1 à NBCP).
NOBIS(I,2)	16 à 20	numéro du carreau partiel recevant le débit dérivé (0 à NBCP). Si l'eau est perdue pour le bassin, on mettra NOBIS(I,2) à zéro.
a, b, c	21 à 30 31 à 40 41 à 50	termes définissant l'expression du débit dérivé.

REMARQUES:

- 1) option par défaut: aucun double exutoire;
- 2) les dimensions actuelles du modèle permettent au maximum 10 carreaux à double exutoire. Le modèle n'admet pas de carreaux à plus de deux exutoires;
- 3) si NB2E est le nombre total de carreaux à double exutoire, il faut respecter l'inégalité suivante: $NSTAT + NB2E \leq 20$, vu les dimensions des vecteurs relatifs aux sorties du modèle;
- 4) pour obtenir le débit non dérivé, il suffit de mettre une station fictive sur le carreau partiel NOBIS(1,1), par l'intermédiaire du vecteur facultatif STATIONFIC;
- 5) ces vecteurs sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.24 Vecteur facultatif HAUINF

Ce vecteur permet de définir le seuil d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
HAUINF	IMI	IMA	JMI	JMA	HINFS		
A10	15	15	15	15	F10,3		

Rappelons que ce seuil d'infiltration peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HINF du vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAUINF.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J.
HINFS	31 à 35	valeur moyenne (mm) du seuil d'infiltration pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur HAUINF qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le seuil d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HINF lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAUINF, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HINFS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le seuil d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un seuil d'infiltration du réservoir SOL vers le réservoir NAPPE défini par le paramètre HINF du vecteur obligatoire SOL2 ;
- 3) le ou les vecteurs HAUINF sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.25 Vecteur facultatif HAUINT

Ce vecteur permet de définir le seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
HAUINT	IMI	IMA	JMI	JMA	HINTS		
A10	15	15	15	15	F10.3		

Rappelons que ce seuil de vidange peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HINT du vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAUINT.

Variable	Colonnes	Description
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
HINTS	31 à 35	valeur moyenne (mm) du seuil de vidange pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur HAUINT qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HINT lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAUINT, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HINTS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un seuil de vidange intermédiaire du réservoir SOL défini par le paramètre HINT du vecteur obligatoire SOL2 ;
- 3) le ou les vecteurs HAUINT sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.26 Vecteur facultatif HAUNAP

Ce vecteur permet de définir le seuil de vidange supérieur du réservoir NAPPE sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
HAUNAP	IMI	IMA	JMI	JMA	HNAPS		
A10	15	15	15	15	F10.3		

Rappelons que ce seuil de vidange peut être défini de deux manières distinctes:

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HNAP du vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAUNAP

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
HNAPS	31 à 35	valeur moyenne (mm) du seuil de vidange pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$. EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

On mettra autant de vecteur HAUNAP qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le seuil de prélèvement supérieur du réservoir NAPPE.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HNAP lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAUNAP, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HNAPS. Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour le seuil de vidange supérieur du réservoir NAPPE. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront un seuil de vidange supérieur du réservoir NAPPE défini par le paramètre HNAP du vecteur obligatoire SOL2;
- 3) le ou les vecteurs HAUNAP sont à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.27 Vecteur facultatif HAUPOT

Ce vecteur permet de définir spatialement le seuil (mm) de prélèvement de l'eau à taux potentiel, par évapotranspiration dans le réservoir SOL. Si ce paramètre est fixe dans l'espace utiliser le paramètre HPOT sur le vecteur SOL2.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFINF	IMI	IMA	JMI	JMA	HPTS		
A10	15	15	15	15	F10.3		

Rappelons que le seuil de prélèvement par évaporation à taux potentiel dans le réservoir SOL peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HPOT lu sur le vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAUPOT.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J.
HPTS	31 à 35	Seuil (mm) de prélèvement de l'eau à taux potentiel, par évapotranspiration dans le réservoir SOL pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur HAUPOT qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir le seuil de prélèvement par évaporation à taux potentiel

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HPOT lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAUPOT, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HPTS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour l'évaporation à taux potentiel. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront le coefficient défini par le paramètre HPOT lu sur le vecteur obligatoire SOL2 ;
- 3) le ou les vecteurs HAUPOT sont à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.28 Vecteur facultatif HAURIMP

Ce vecteur permet de définir spatialement la lame d'eau (mm) nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables.

1	11	16	21	26	31	41	80
COEFINF	IMI	IMA	JMI	JMA	HIMPS		
AIO	I5	I5	I5	I5	F10.3		

Rappelons que la lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables peut être défini de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HRIMP du vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAURIMP.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
HIMPS	31 à 35	Lame d'eau nécessaire (mm) pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables pour la zone définie par:

$$IMI \leq I \leq IMA \text{ et } JMI \leq J \leq JMA.$$

On mettra autant de vecteur HAURIMP qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir la lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméable.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HRIMP lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAURIMP, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HIMPS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour la lame d'eau nécessaire pour que débute le ruissellement sur les surfaces imperméables. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront le coefficient défini par le paramètre HRIMP I sur le vecteur obligatoire SOL2 ;
- 3) le ou les vecteurs HAURIMP sont à insérer après le vecteur facultatif STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.29 Vecteur facultatif HAUSOL

Ce vecteur permet de définir la hauteur du réservoir SOL sur une partie ou sur l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
HAUSOL	IMI	IMA	JMI	JMA	HSOLS		
A10	I5	I5	I5	I5	F10.3		

Rappelons que cette hauteur peut être définie de deux manières distinctes :

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre HSOL du vecteur obligatoire SOL2;
- par zone homogène à l'aide du vecteur facultatif HAUSOL.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
HSOLS	31 à 35	valeur moyenne (mm) de la hauteur du réservoir SOL pour la zone définie par: $IMI \leq I \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

On mettra autant de vecteur HAUSOL qu'il y a de zones homogènes où l'on désire définir la hauteur du réservoir SOL.

EXEMPLE: (voir le vecteur facultatif COEFIMP)

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de HSOL lue sur le vecteur obligatoire SOL2 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un vecteur HAUSOL, il attribue aux carreaux entiers faisant partie de la zone désignée, une valeur correspondant à "HSOLS". Ceci permet de préciser les régions du bassin versant où l'on désire des valeurs spécifiques pour la hauteur du réservoir SOL. Les autres carreaux entiers du bassin versant auront une hauteur du réservoir SOL définie par le paramètre HSOL du vecteur obligatoire SOL2 ;
- 3) le ou les vecteurs HAUSOL sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.30 Vecteur facultatif HAUTEURMAX

Cette vecteur définit la hauteur maximale possible d'emmagasinement pour les barrages de code 1 (vecteur facultatif BARRAGE).

1	11	21	31	41	51	61	71	80
HAUTEURMAX	HAUMAX(I), I = 1 à NSTAT)							
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
HAUMAX(I)	cote maximale de rétention du barrage "I", en mètres.

REMARQUES:

- 1) option par défaut: aucune limite de hauteur (le modèle attribue arbitrairement 10 000 mètres);
- 2) lorsqu'il y a dépassement de la cote "HAUMAX(I)", le modèle augmente l'évacuation lue dans le fichier des données physiographiques préparées, de façon à ne pas dépasser cette valeur;
- 3) pour les stations sans barrage, ou avec barrage de code différent de 1, il suffit de laisser vierges les champs correspondants. Il faut toujours lire NSTAT champs, dès qu'on veut spécifier au moins une cote maximale, en utilisant si nécessaire plus d'un vecteur HAUTEURMAX.
- 4) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs HAUTEURMAX sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

Exemple d'arrangement de vecteurs:

```

BARRAGE          1 0 2 2
NIVEAU
VOLUME
DEBIT
VOLUME
DEBIT
VOLUME
HAUTEURMAX      850
  
```

G.2.31 Vecteur facultatif LAC

Ce vecteur permet de tenir compte, pour le calcul des coefficients de transfert, des lacs chevauchant plusieurs carreaux partiels, ou encore d'exclure du carreau partiel les lacs non situés sur le réseau d'écoulement.

1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							77	7	7	80	
																				8	9		
LAC	(KODLAC(I), I=1 à NBCP)																						
A10	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1	I1							I1	I1	I1	I1

Variable

KODLAC(I)

Description

code pour chaque carreau partiel (I varie de 1 à NBCP) pour reconstituer les lacs soit:

0 : les lacs sont sur le réseau, et il n'y a pas chevauchement d'un lac sur plusieurs carreaux partiels;

1 : présence d'un lac chevauchant plus d'un carreau partiel; on désire que le coefficient de transfert soit calculé pour le lac entier, à l'exutoire de ce lac;

2 : les lacs du carreau partiel ne sont pas sur le réseau hydrographique;

≥2: quelques lacs ne sont pas sur le réseau; il faut donc soustraire leur superficie lors du calcul du coefficient de transfert. Le pourcentage de superficie soustrait est: $(KODLAC(I) - 2) / 10$.

REMARQUES:

- 1) option par défaut KODLAC(I) = 0;
- 2) dès qu'une modification doit être apportée sur les lacs d'un carreau partiel, il est nécessaire de fournir les codes des NBCP carreaux partiels;
- 3) un vecteur permet de codifier 70 carreaux partiels, et on introduit autant de vecteurs que nécessaire;
- 4) les vecteurs LAC sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.32 Vecteur facultatif MODIF

Ce vecteur permet de modifier les données physiographiques des carreaux entiers, après qu'elles aient été lues sur le fichier des données physiographiques préparées.

1	10	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
MODIF	i	(KOL(I), I = 1 à NBCE)														
A10		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Le nombre lu dans la dixième colonne permet de spécifier les types de données qui doivent être modifiés avec la convention suivante:

- 1 : pourcentage de lac (de 0 à 100%);
- 2 : pourcentage de forêt (de 0 à 100%);
- 3 : pourcentage de marécage (de 0 à 100%);
- 4 : altitude moyenne (mètres).

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
KOL(I)	vecteur auxiliaire permettant la lecture des valeurs à modifier.
NBCE	nombre de carreaux partiels.

REMARQUES:

- 1) un vecteur contient l'information relative à 14 carreaux entiers. On mettra autant de vecteurs que nécessaire (on doit toujours lire NBCE valeurs);
- 2) lorsque le programme reconnaît un champ de 5 colonnes vierges, il attribue au carreau correspondant la valeur lue dans le fichier des données physiographiques préparées. Ceci permet de spécifier seulement les valeurs des carreaux où il y a des modifications aux données physiographiques;
- 3) lorsqu'ils sont utilisés, ces vecteurs doivent être placés après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.33 Vecteur facultatif RELEVE

Ce vecteurs permet d'initialiser en début de la simulation, et de chaque nouvelle période, les stocks de neige à chacune des stations météorologiques.

	1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
RELEVE	(SNDE(I), SNCE(I), I = 1 à NBPM)															
AI0	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2

Le programme calcule ensuite, à partir de ces valeurs, les stocks de neige initiaux en clairière et en forêt pour chaque carreau entier. Lorsque le modèle fonctionne de manière discontinue, les vecteurs facultatifs RELEVE sont lus au début de la simulation et au début de chaque période.

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
SNDE(I)	équivalent en eau (mm) du stock de neige sur les zones de clairières, au début de la simulation, à la station I.
SNCE(I)	équivalent en eau (mm) du stock de neige sous le couvert forestier, au début de la simulation, à la station I.

REMARQUES:

- 1) si le nombre de stations météorologiques NBPM est supérieur à sept, on utilise autant de vecteurs RELEVE que nécessaire;
- 2) par défaut, les stocks de neige en clairière et en forêt sont mis à zéro partout;
- 3) s'il s'agit des relevés de neige initiaux au début de la simulation, les vecteurs RELEVE, si ils sont utilisés, doivent être insérés après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION;
- 4) dans le cas d'une simulation par périodes discontinues ($NBJAN \leq 365$ sur le vecteur obligatoire SIMULATION), les vecteurs facultatifs RELEVE, si utilisés, doivent être placés avant le vecteur induit DEBITMOY pour les périodes subséquentes à la première, tel que montré à la Figure 4.11.

G.2.34 Vecteur facultatif SURFACE

Ce vecteur définit la superficie de chacun des bassins versants correspondant aux stations hydrométriques réelles et aux stations fictives dans l'ordre défini par le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées et le vecteur STATIONFIC.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
SURFACE	(BVO(I), I = 1 à NSTAT)							
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

Par défaut, les superficies en amont de chaque station sont celles qui ont été calculées par sommation de la superficie des carreaux partiels du bassin versant, lors de la formation de la banque physiographique. Les surfaces ainsi calculées peuvent être légèrement différentes des valeurs réelles.

Quand on donne les superficies réelles par ce vecteur facultatif, les débits calculés sont corrigés par le facteur $CBVR(I) = \text{bassin versant réel} / \text{bassin versant calculé}$.

Par défaut, ce coefficient est mis à 1.

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
BVO(I)	superficie (km ²) du bassin versant de la station I.

REMARQUES:

- 1) s'il y a plus de sept stations, on continuera sur autant de nouveaux vecteurs SURFACE que nécessaire;
- 2) on peut, si on le désire, ne spécifier les superficies réelles que de quelques bassins versants. Dans ce cas, les valeurs correspondantes doivent être indiquées aux positions définies par ces stations; les autres champs sont laissés vierges.

Exemple: pour corriger seulement le bassin versant de la deuxième station, on laissera les colonnes 11 à 20 vierges, et le modèle attribuera un coefficient de correction égal à 1 pour la première station. Rappelons qu'il faut toujours lire NSTAT champs de 10 caractères, qu'ils soient vierges ou non;

- 3) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs SURFACE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.35 Vecteur facultatif SURFIMPERM

Vecteur donnant la fraction de surface imperméable d'un carreau entier.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
RELEVE	(PCIMP(I), I = 1 à NBCE)														
A10	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4	F5.4

Le pourcentage de surface imperméable sur chaque carreau entier peut être défini de deux manières distinctes:

- par une valeur constante sur l'ensemble des carreaux entiers du bassin versant, à l'aide du paramètre TRI du vecteur obligatoire SOL3;
- carreau entier par carreau entier avec le vecteur facultatif SURFIMPERM.

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
PCIMP(I)	fraction de surface imperméable (de 0.0 à 1.0), du carreau entier I.
NBCE	nombre de carreaux entiers du bassin versant.

REMARQUES:

- 1) par défaut, la valeur de TRI lue sur le vecteur obligatoire SOL3 est prioritaire;
- 2) lorsque le programme reconnaît un champ de 5 colonnes vierges, il attribue pour le carreau entier correspondant la valeur "TRI". Ceci permet, si peu de carreaux entiers ont des valeurs spécifiques pour leur pourcentage de surface imperméable, de définir à l'aide du paramètre TRI de la vecteur obligatoire SOL3, la valeur du pourcentage pour la majorité des carreaux, et de ne perorer sur les vecteurs SURFIMPERM que les pourcentages des carreaux qui ont des valeurs différentes;
- 3) on mettra autant de vecteurs SURFIMPERM que nécessaire, à raison de 14 valeurs par vecteur. Ces vecteurs doivent contenir NBCE champs de 5 colonnes, qu'ils soient vierges ou non;
- 4) le ou les vecteurs SURFIMPERM sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.36 Vecteur facultatif TURBINAGE

Ce vecteur permet d'évacuer des barrages un débit journalier constant.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
TURBINAGE	(VTURB(I), I = 1 à NSTAT)							
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

Les valeurs de ces vecteurs ne seront prises en compte que pour les barrages de code 2 (KODBAR(I) = 2, vecteur facultatif BARRAGE).

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
VTRUB(I)	débit moyen journalier évacué par le barrage, en m ³ /s.

REMARQUES:

- 1) le débit VTURB(I) n'est soutiré du barrage que s'il reste suffisamment d'eau dans le réservoir;
- 2) option par défaut VTURB(I) = 0;
- 3) il suffit de laisser vierges les champs de 10 caractères, qui correspondent à des stations sans barrage. D'autre part, il faut toujours lire NSTAT champs, dès qu'on veut utiliser cette option pour un barrage;
- 4) lorsqu'ils sont utilisés, les vecteurs TURBINAGE sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.2.37 Vecteur facultatif VOLINIT

Ce vecteur permet d'initialiser les volumes emmagasinés dans les barrages au premier jour de simulation.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
VOLINIT	(VOLEMM(I), I = 1 à NSTAT)							
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
VOLEMM(I)	volume emmagasiné en millions de m ³ dans le barrage "I", au début de la simulation.

REMARQUES:

- 1) options par défaut VOLEM(I) = 0;
- 2) pour les stations sans barrage, il suffit de laisser vierges les champs de 10 caractères correspondants. D'autre part, il faut toujours lire NSTAT champs dès qu'on veut initialiser au moins un barrage;
- 3) s'il s'agit des volumes initiaux au début de la simulation, les vecteurs VOLINIT, si ils sont utilisés, sont à insérer après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION. Dans le cas d'une simulation par périodes discontinues (NBJRAN < 365 sur le vecteur obligatoire SIMULATION), les vecteurs facultatifs VOLINIT, si utilisés, doivent être placés avant la vecteur induit DEBITMOY pour les périodes subséquentes à la première (voir Figure 4.11).

G.2.38 Vecteur facultatif VOLMIDEV

Ce vecteur permet de fixer le volume minimal que doit contenir un barrage fictif (KODBAR=2) pour que le déversement soit calculé par le modèle.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
VOMIDEV	(VOLDEV(I), I = 1 à NSTAT)							
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	

Pour estimer les débits sortant des barrages fictifs, le modèle utilise une relation qui permet d'estimer le débit évacué en fonction du volume d'eau emmagasiné dans le réservoir. Pour les petits barrages, cette fonction peut être imprécise, principalement au début du déversement. Pour limiter les erreurs, on peut introduire le volume minimal que doit contenir le réservoir pour qu'il y ait déversement. Ce volume minimal correspond au volume emmagasiné au niveau du déversoir.

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
VOLDEV(I)	volume minimal en millions de m ³ que doit contenir le barrage "I", pour que le déversement soit calculé.

REMARQUES:

- 1) options par défaut VOLDEV(I) = 0;
- 2) pour les stations sans barrage ou avec les barrages réels (KODBAR=1 ou 3), il suffit de laisser vierges les champs de 10 caractères correspondants. D'autre part, il faut toujours lire autant de champs qu'il y a de stations réelles et fictives dès que l'on veut introduire un volume minimal pour au moins un barrage;
- 3) les vecteurs VOLMIDEV, doivent être insérés après les vecteurs facultatifs STATIONFIC et avant le vecteur obligatoire EXECUTION.

G.3 Les vecteurs induits

G.3.1 Vecteur induit NIVEAU

Ce vecteur est induit par le vecteur facultatif BARRAGE, lorsque ce dernier comporte des barrages de code 1 ou 2.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
NIVEAU	A	B	C	D	E	F	CO	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	

Pour chaque barrage de code 1, il faut donner un vecteur induit NIVEAU, puis un vecteur induit VOLUME. Dans le cas d'un barrage de code 2, il faut donner un vecteur induit NIVEAU puis un vecteur induit DEBIT.

Exemple:

```
BARRAGE 1 0 2
NIVEAU
VOLUME
NIVEAU
DEBIT
```

La vecteur niveau permet de définir les paramètres de la relation entre la cote H de l'eau dans le réservoir (mètres), et l'emmagasinement V (millions de m³), à l'aide d'un polynôme de degré inférieur ou égal à 1. Il permet de définir les paramètres de la relation entre le débit Q (m³/s) à évacuer du barrage et le volume emmagasiné V (millions de m³):

$$H = A + BV + CV^{1/2} + DV^{1/3} + EV^{1/4} + FV^{1/5} + CO$$

REMARQUES:

- 1) chaque couple de vecteurs NIVEAU-VOLUME ou NIVEAU-DEBIT doit être placé après le vecteur facultatif BARRAGE et dans l'ordre des barrages qu'il représente;
- 2) CO est le niveau géodésique ou de référence.
- 3) Ce vecteur peut être préparé avec le programme REGBAR voir section 2.3.5 du guide de l'utilisateur pour DOS.

G.3.2 Vecteur induit VOLUME

Ce vecteur est employé lorsque le code du barrage correspondant vaut 1. Il doit toujours suivre le vecteur induit NIVEAU.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
VOLUME	P	Q	R	S	T	U	CO	
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	

Ce vecteur permet de définir les paramètres de la relation entre le volume emmagasiné V (millions de m^3), et la hauteur d'eau dans le réservoir (mètres).

Le volume d'eau dans le réservoir est estimé à l'aide de l'équation suivante:

$$V = P + QZ + RZ^2 + SZ^3 + TZ^4 + UZ^5$$

$$Z = H - CO$$

où:

Z : Hauteur d'eau dans le barrage (mètres)
H : Niveau de référence du plan d'eau (mètres)
CO : Niveau de référence du barrage (mètres)

REMARQUES:

- 1) l'exemple présenté lors de la description du vecteur induit NIVEAU rappelle l'endroit où insérer ce vecteur;
- 2) Ce vecteur peut être préparé avec le programme REGBAR voir section 2.3.5 du guide de l'utilisateur pour DOS.

G.3.3 Vecteur induit DEBIT

Ce vecteur est employée lorsque le code du barrage correspondant vaut 2.

1	11	21	31	41	51	61	71	80
DEBIT	P'	Q'	R'	S'	T'	U'		
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F10.3		

Ce vecteur doit toujours suivre le vecteur induit NIVEAU.

Il permet de définir les paramètres de la relation entre le débit $Q(m^3/s)$ à évacuer du barrage, et le volume emmagasiné V (millions de m^3).

$$Q = P' + Q'V + R'V^2 + S'V^3 + T'V^4 + U'V^5$$

REMARQUES:

- 1) l'exemple présenté lors de la description du vecteur induit NIVEAU rappelle l'endroit où insérer cette vecteur;
- 2) Ce vecteur peut être préparé avec le programme REGBAR voir section 2.3.5 du guide de l'utilisateur pour DOS.

G.3.4 Vecteur induit DATE

La présence de ce vecteur est rendue nécessaire si, sur le vecteur obligatoire OPTION, le paramètre KODSIM vaut 1.

1	11	16	21	80
DATE	NDECAR	NFICAR		
A10	15	15		

Un vecteur DATE est nécessaire par année de simulation afin de spécifier l'intervalle sur lequel les données météorologiques sont lues sur le fichier des paramètres hydrologiques et non sur le fichier des paramètres hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC).

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
NDECAR	1 à 15	numéro du premier jour où les données météorologiques sont lues sur vecteur METEO (de 1 à 366, voir Tableau I.1).
NFICAR	16 à 20	numéro du dernier jour où les données météorologiques sont lues sur vecteur METEO (de 1 à 366, voir Tableau I.1).

REMARQUES:

- 1) l'utilisation du vecteur DATE entraîne celle des vecteurs induits METEO;
- 2) la vecteur DATE est lue dans la boucle annuelle du programme, après le vecteur obligatoire EXECUTION (voir Figure 4.11).

G.3.5 Vecteur induit DEBITMOY

Ce vecteur permet de réinitialiser le débit moyen sortant de chaque carreau partiel et les hauteurs d'eau dans les réservoirs, lorsque le modèle fonctionne par périodes discontinues (NBJRAN inférieur à 365 sur le vecteur obligatoire SIMULATION).

1	11	21	31	41	51	61	71	80
DEBITMOY	HSINI	HNINI	HMINI	QO	TMUR	TSTOCK		
A10	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3	F 10.3		

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
HSINI	11 à 20	hauteur d'eau initiale dans le réservoir SOL (mm).
HNINI	21 à 30	hauteur d'eau initiale dans le réservoir NAPPE (mm).
HMINI	31 à 40	hauteur d'eau initiale dans le réservoir LACS et MARAIS (mm)
QO	41 à 50	débit journalier (m^3/s) à l'exutoire le jour du débit de la simulation.
TMUR	51 à 60	index de mûrissement du manteau nival.
TSTOCK	61 à 70	index de température du manteau nival.

REMARQUES:

- 1) on mettra un vecteur DEBITMOY à chaque nouvelle période. C'est le premier vecteur lue dans la boucle annuelle, à partir de la deuxième année (voir Figure 4.11).

G.3.6 Vecteur induit RELEVEMOY

Ce vecteur permet de réajuster l'équivalent en eau du manteau nival sur une partie ou l'ensemble du bassin versant.

1	11	16	21	26	31	41	80
RELEVEMOY	IMI	IMA	JMI	JMA	STNREL		
A10	I5	I5	I5	I5	I5		

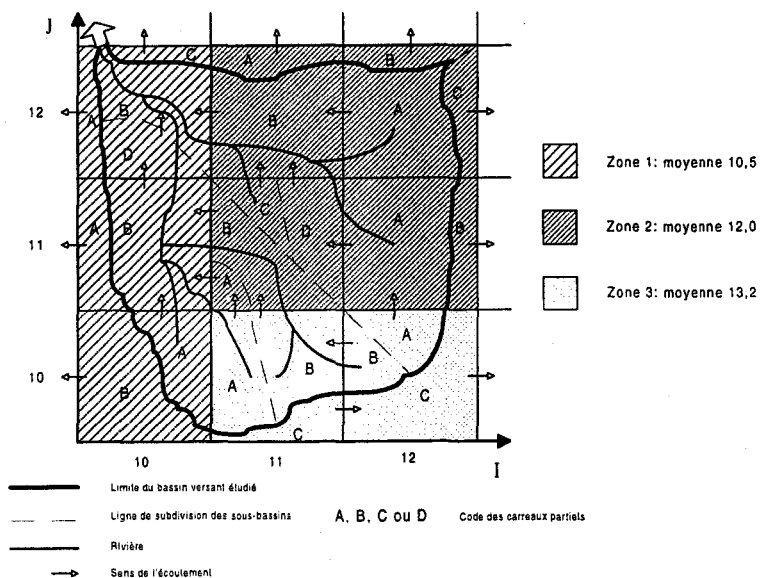
Ce vecteur est rendu nécessaire par les vecteurs facultatifs DATERELEVE.

Variable	Colonnes	Description
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I.
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I.
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J.
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J
STNREL	31 à 40	valeur moyenne (mm) de l'équivalent en eau pour la zone définie par: $IMI \leq IMA$ et $JMI \leq J \leq JMA$.

Il faut au moins un vecteur RELEVEMOY pour les jours spécifiés sur le vecteur facultatif DATERELEVE.

On mettra autant de vecteur RELEVEMOY qu'il y a de zones où l'on désire réajuster l'équivalent en eau du manteau nival. Ce nombre peut varier d'une date à l'autre.

Il est nécessaire de clore chaque ensemble de vecteur RELEVEMOY, correspondant à une date spécifiée sur le vecteur DATERELEVE, par un vecteur ne comportant que le mot clé RELEVEMOY.



Exemple:

Cette correction implique les vecteurs suivants:

```
RELEVEMOY    10 10 10 12 10.5
RELEVEMOY    11 12 11 12 12.0
RELEVEMOY    11 12 10 10 13.2
RELEVEMOY
```

REMARQUE:

Le vecteur induit RELEVEMOY est lu dans la boucle journalière du modèle. Sa position est déterminée en tenant compte des autres vecteurs induits et des dates effectives. L'ordre de ces vecteurs se déduit du schéma de lecture du modèle (voir Figure 4.11).

Exemple: cas particulier de lecture des vecteurs METEO et RELEVEMOY le même jour.

Lorsque les données météorologiques sont lues sur vecteurs (vecteurs induits METEO), et qu'il y a des relevés de neige pour le jour considéré, les vecteurs RELEVEMOY se mettent après les vecteurs METEO.

Exemple:

```
DATERELEVE    030173
DATE          2 3
METEO
  <météo du 2 janvier 73>
METEO
  <météo du 3 janvier 73>
RELEVEMOY    10 10 10 12 10.5
RELEVEMOY    11 12 11 12 12.0
RELEVEMOY    11 12 10 10 13.2
RELEVEMOY
```

G.3.7 Vecteur induit METEO

Ce vecteur contient les informations météorologiques journalières pour l'intervalle de temps défini sur le vecteur induit DATE.

1	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	80
METEO	(DOT(l), l = 1 à 4*NBPM)														
A10	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2	F5.2

Cette utilisation correspond, par exemple, à l'introduction d'une série de données météorologiques extrêmes pour simuler des crues.

<u>Variable</u>	<u>Description</u>
DOT(1) à DOT(NBPM)	température maximale de l'air aux NBPM stations météorologiques (°C).
DOT(NBPM + 1) à DOT(2*NBPM)	température minimale de l'air aux NBPM stations météorologiques (°C).
DOT(2*NBPM + 1) à DOT(3*NBPM)	précipitation liquide aux NBPM stations météorologiques (mm).
DOT(3*NBPM + 1) à DOT(4*NBPM)	équivalent en eau de la précipitation solide aux NBPM stations météorologiques (mm).

REMARQUES:

- 1) suivant le nombre de stations météorologiques, les informations fournies pour une journée peuvent éventuellement être indiquées sur plusieurs vecteurs METEO. Si des informations sont fournies pour plus d'une journée, il est nécessaire de débiter la série d'informations de chaque journée additionnelle sur un nouveau vecteur METEO;
- 2) le ou les vecteurs induits METEO sont lus dans la boucle journalière du modèle. Leur position est déterminée en tenant compte des autres vecteurs induits et des dates respectives. L'ordre de lecture de ces vecteurs se déduit du schéma de lecture du modèle (Figure 4.11).
- 3) le modèle lit toujours les données météorologiques sur le fichier des données hydrométriques et météorologiques préparées (extension HMC), mais les valeurs lues sur vecteur redéfinissent ces données.

G.3.8 Vecteur induit CORPREC (CORrection PRECipitations)

Ce vecteur permet de modifier les facteurs de pondération servant au calcul des précipitations sur chaque carreau entier ou groupe de carreaux entiers.

1	11	16	21	26	31	41	80
CORPREC	IMI	IMA	JMI	JMA	FACT		
A10	15	15	15	15	15		

Ce vecteur est nécessaire si le paramètre KPREC (vecteur obligatoire OPTION) est égal à 1.

<u>Variable</u>	<u>Colonnes</u>	<u>Description</u>
IMI	11 à 15	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des I;
IMA	16 à 20	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des I;
JMI	21 à 25	borne inférieure du quadrillage suivant l'axe des J;
JMA	26 à 30	borne supérieure du quadrillage suivant l'axe des J;
FACT	31 à 40	facteur de correction pour la zone définie par: IMI = I ≤ IMA et JMI = J ≤ JMA.

REMARQUES:

- 1) si ils existent (KPREC = 1), les vecteurs CORPREC sont placés immédiatement après les vecteurs POSTEMETEO;
- 2) lorsqu'on affecte ou réaffecte les stations météorologiques, il faut au moins un vecteur CORPREC si KPREC est égal à 1;
- 3) on mettra autant de vecteurs CORPREC qu'il y a de zones à modifier. Ce nombre peut varier d'une affectation à l'autre;
- 4) il est nécessaire de clore chaque ensemble de vecteurs CORPREC par un vecteur ne comportant que le mot clé CORPREC.

Exemple d'utilisation des vecteurs CORPREC avec changement de station météorologique (voir exemple Annexe G.1.9):

Supposons que la banque de données météorologiques soit ainsi formée:

- 6 stations météorologiques du 1er janvier 1967 au 14 juillet 1968 (numéros "a" à "f");
- 3 stations du 15 juillet 1968 au 24 juin 1972 (numéros "b", "c" et "f");
- 4 stations du 25 juin 1972 au 31 décembre 1975 (numéros "a", "b", "c" et "f").

Pour la période utilisant trois stations météorologiques (b, c, f), les précipitations des carreaux entiers compris entre I = 1 à 3 et J = 1 à 4 sont multipliées par 1.03. Pour la zone I = 4 à 5 et J = 1 à 4, les précipitations sont multipliées par le facteur 0.98. Pour la période utilisant quatre stations météorologiques, les précipitations sont multipliées par 1.05 pour les carreaux compris dans la zone I = 1 à 2 et J = 2 à 4.

On désire simuler du 5 mars 1970 au 31 décembre 1975. La succession des vecteurs nécessaires pour cette simulation serait alors la suivante:

TRANSFERT	
POSTEMETEO	b
POSTEMETEO	c
POSTEMETEO	f
CORPREC	1 3 1 4 1.03
CORPREC	4 5 1 4 0.98
CORPREC	
EXECUTION	
POSTEMETEO	a
POSTEMETEO	b
POSTEMETEO	c
POSTEMETEO	f
CORPREC	1 2 2 4 1.05
CORPREC	



FEUILLES DE CODIFICATION DES DONNÉES



Données physiographiques générales des carreaux

Projet:

Date:

Fichier projet:

Fichier données générales carreaux:

VECTEUR	CARREAUX ENTIERS
Nom du vecteur	Surf. km ²
1	11
SURFACE	|||||

VECTEUR	IDENTIFICATION DU CARREAU				SORTIE DES PARCELLES																DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES			
					A				B				C				D							
Nom du vecteur	I	J	---	Nb. par.	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	Lac %	Forêt %	Marais %	Altitude en mètres coin S.O.
1	11	13	15	18	19	21	23	24	27	29	31	32	35	37	39	40	43	45	47	48	51	54	57	60
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								
PHYDRACE																								

VECTEUR	IDENTIFICATION DU CARREAU				SORTIE DES PARCELLES																DONNÉES PHYSIOGRAPHIQUES				
					A				B				C				D								
Nom du vecteur	I	J	---	Nb. par.	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	I	J	C o d e	Surf. %	Lac %	Forêt %	Marais %	Altitude en mètres coin S.O.	
1	11	13	15	18	19	21	23	24	27	29	31	32	35	37	39	40	43	45	47	48	51	54	57	60	
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									
PHYDRACE																									

VECTEUR	CARREAUX ENTIERS
Nom du vecteur	Surf. km ²
1	11
SURFCE	|||||

Données physiographiques des rivières	
Projet:	Date:
Fichier projet:	
Fichier données physiographiques des rivières:	

VECTEUR	IDENTIFICATIO N DU CARREAU				PARCELLES											
					A			B			C			D		
	Nom du vecteur	I	J	Surf. Km ²	Nb. par	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m
1	11	13	15	18	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																

VECTEUR	IDENTIFICATION DU CARREAU				PARCELLES											
					A			B			C			D		
Nom du vecteur	I	J	Surf. Km ²	Nb. par	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m	Largeur m	Longueur km	Dénivelé m
1	11	13	15	18	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																
PHYRIVIER																