

Séminaire U.L.M. 28/06/1990 Montpellier
M. Esteves, J.M. Fritsch (ORSTOM Montpellier)

Application de TOPMODEL sur de petits bassins versants guyanais

Introduction

La modélisation hydrologique de bassins versants qui est présentée, est associée au programme ECEREX. Ce programme se propose d'évaluer les effets de la déforestation et des changements d'occupation du sol sur l'écoulement de bassins versants élémentaires de Guyane française (Fritsch, 1990).

Cette prédiction peut être envisagée à partir d'un modèle hydrologique numérique, gérant les relations pluies-débits du bassin expérimental considéré, préalablement calé et validé à partir des informations acquises avant la déforestation. Toutefois, pour que cette démarche soit féconde, le modèle doit reconstituer les paramètres hydrologiques considérés avec une imprécision inférieure à l'importance de l'impact expérimental que l'on se propose de détecter.

Le choix de TOPMODEL

La filière de modélisation retenue a été celle de TOPMODEL (Beven et Kirkby, 1979, Beven et Wood, 1983, Hornberger et al., 1985) pour les raisons suivantes :

- TOPMODEL se veut un modèle gouverné par le processus des zones contributives à surface variable. Les mécanismes formateurs de l'écoulement peuvent être identifiés comme tels sur certains bassins ECEREX,
- l'UF Hydrologie de Montpellier a récemment bénéficié d'un transfert de savoir-faire sur cet outil (Quinn, 1990), d'où une prise en main facilitée, et une possibilité d'évaluer rapidement les performances et les limitations de cet outil.

L'application au cas concret ECEREX a permis de parcourir l'ensemble des procédures de la chaîne d'élaboration des fichiers de données nécessaires à TOPMODEL (voir figure 1) et de tester, modifier, voire développer (POSEIDON, DATATOP) toutes les passerelles informatiques requises pour assurer la compatibilité entre les différents types de fichiers et d'équipements de calcul.

Les processus hydrologiques

Les processus de formation des écoulements sont commandés par l'organisation des formations superficielles sur les versants et par l'existence sur certains bassins d'une nappe affleurante située dans le talweg. On distingue ainsi :

- des bassins à infiltration verticale profonde,
- des bassins où les écoulements sont dus au ruissellement sur zone saturée et à l'exfiltration,

Les deux bassins retenus pour cette application appartiennent à chacun de ces deux groupes. Le bassin F (1.41 ha) est caractérisé par les processus de saturation superficielle sur les versants et la présence d'une nappe affleurante en saison des pluies, alors que sur le bassin C (1.57 ha) l'infiltration est le mécanisme dominant.

La modélisation

La démarche adoptée est la suivante :

- élaboration des fichiers de données (topographiques et hydro-climatologiques),
- calibration des paramètres à l'aide d'une procédure automatique basée sur l'algorithme de Rosenbrock, sur deux périodes de temps,
- validation des modèles.

Le pas de temps choisi est de 10 minutes, ce qui permet une bonne restitution des crues. Le calcul des indices topographiques de chaque bassin a été réalisé à partir de modèles numériques d'altitude au pas de 1 mètre établis depuis une carte au 1/1000^e avec un équidistance des courbes de niveau de 1 mètre.

Au cours de la phase de calibration aucune contrainte n'a été appliquée pour l'optimisation des paramètres. Le nombre de périodes de validation varie entre deux (bassin C) et quatre (bassin F).

Les résultats

Les résultats présentés sont les premiers obtenus sur ces deux bassins (voir les tableaux 1 et 2).

D'un point de vue numérique, ces résultats sont assez médiocres pour le bassin F et très mauvais pour le bassin C. Dans le meilleur des cas l'efficacité du modèle, évaluée par le critère de Nash est de 91% pour le modèle F et de 41% pour le modèle C. Les lames d'eau calculées sont systématiquement surestimées par le modèle F (au mieux +20%).

Du point de vue des processus, le modèle du bassin F restitue assez bien la dynamique des crues durant les périodes où le bassin est bien saturé. En revanche le modèle est incapable de gérer les périodes d'étiage. Les résultats du bassin C montrent que le modèle ne peut pas prendre en compte les infiltrations profondes. Cette eau qui s'écoule en dehors du bassin par voie souterraine est stockée dans le bassin par le modèle. Ceci est dû à la conception de TOPMODEL qui considère que le bassin est

étanche. Les apports pluviométriques qui ne sont pas évapotranspirés n'ont que deux destins possibles : sortir du système à l'exutoire en écoulement de surface, ou être stockés dans la zone non saturée. Pour s'ajuster aux débits observés, le modèle du bassin C utilise largement cette seconde possibilité (voir variation du stock = stockage dans la zone non saturée).

L'intégralité des résultats de l'application de Topmodel aux bassins versants ECEREX sera publiée dans le cadre d'une note de l'Unité Statistiques et Modélisation.

Références bibliographiques :

- Beven K.J., Kirkby M.J.(1979) : A physically based variable contributing area model of basin hydrology. *Bul. AIHS* 24(1), pp. 43-69.
- Beven K.J., Wood E.F. (1983) : Catchment geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas. *J. Hydrol.*, 65 , pp. 139-158.
- Fritsch J.M. (1990) : Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie et l'érosion de petits bassins versants. Thèse de doctorat USTL, Montpellier. (à paraître)
- Hornberger G.M., Beven K.J., Cosby B.J., Sappington D.E. (1985) : Shenandoah watershed study : calibration of a topography-based, variable contributing area hydrological model to a small forested catchment. *Water Resour. Res.*, vol. 21(12), pp. 1841-1850.
- Quinn P.F. (1990) : Application of the topmodel to the catchment of Booro-Borotou, Ivory Coast. *Tech. rep.*, Inst. of Environmental and Biological Sciences Univ. of Lancaster, 2 vol., 40 p.

TABLEAU 1 : BASSIN VERSANT C

RESULTATS DES SIMULATIONS (CALAGES ET VALIDATIONS), EN MM

	: Cal 1	Cal 2	: :	Val 1	Val 2
	: jeu I	jeu II	: :	jeu I	jeu II
	: 16-05-78	29-05-77	: :	29-05-77	16-05-78
	: au	au	: :	au	au
	: 08-07-78	13-06-77	: :	13-06-77	08-07-78
<u>ENTREES DU MODELE</u>	:	:	:	:	:
Pluie	: 692	300	: :	300	692
ETP	: 161	46	: :	46	161
Qobs.	: 63	82	: :	82	63
<u>SORTIES DU MODELE</u>	:	:	:	:	:
ETR	: 161	38	: :	43	154
Débit total calculé	: 39	167	: :	5	437
Ecoulement de base	: 34	149	: :	4	412
Ecoulement sur Z.S.*	: 4	17	: :	1	21
Exfiltration	: 0.03	1.5	: :	0.3	4
Transit par Z.N.S.**	: 529	245	: :	254	516
Variation du stock	: +495	+96	: :	+250	+104
Effacité selon critère de Nash (%)	: -2.34	40.7	: :	-9.46	-659.9

* Zone Saturée

** Zone Non Saturée

TABLEAU 2 : BASSIN VERSANT F

RESULTATS DES VALIDATIONS, EN MM

	: Validation 1 : avec jeu I : 17-04-80 00h00 : au : 26-06-80 24h00	Validation 1 : avec jeu II : 01-01-80 00h00 au 16-04-80 24h00	: Validation 2 : avec jeu I : 05-05-80 00h00 : au : 30-05-80 24h00	Pseudo Valid 2 : avec jeu II : 05-05-80 00h00 au 30-05-80 24h00	: Validation 3 : avec jeu I : 16-05-78 00h00 : au : 08-07-78 24h00	Validation 3 : avec jeu II : 16-05-78 00h00 au 08-07-78 24h00	: Validation 4 : avec jeu I : 24-01-78 07h50 : au : 10-02-78 06h10	Validation 4 avec jeu II 24-01-78 07h50 au 10-02-78 06h10
<u>ENTREES DU MODELE</u>	:	:	:	:	:	:	:	:
Pluie	: 1426	689	: 601	601	: 554	554	: 342	342
ETP	: 213	444	: 76	76	: 161	161	: 63	63
Qobs.	: 848	160	: 385	385	: 235	235	: 234	234
<u>SORTIES DU MODELE</u>	:	:	:	:	:	:	:	:
ETR	: 212	269	: 76	76	: 161	156	: 60	59
Débit total calculé	: 1194	407	: 495	500	: 372	380	: 280	281
Ecoulement de base	: 819	342	: 331	369	: 341	357	: 209	227
Ecoulement sur Z.S.*:	: 273	42	: 125	86	: 23	16	: 47	31
Exfiltration	: 102	22	: 40	44	: 9	6	: 23	23
Transit par Z.N.S.**	: 840	361	: 361	395	: 364	378	: 220	236
Variation de stock	: +21	+19	: +30	+27	: +23	+21	: +11	+9
Efficacité selon critère de Nash (%)	: 76.3	34.7	: 89.4	90.7	: 57.4	60.4	: 72.9	80.3

* Zone Saturée

** Zone Non Saturée

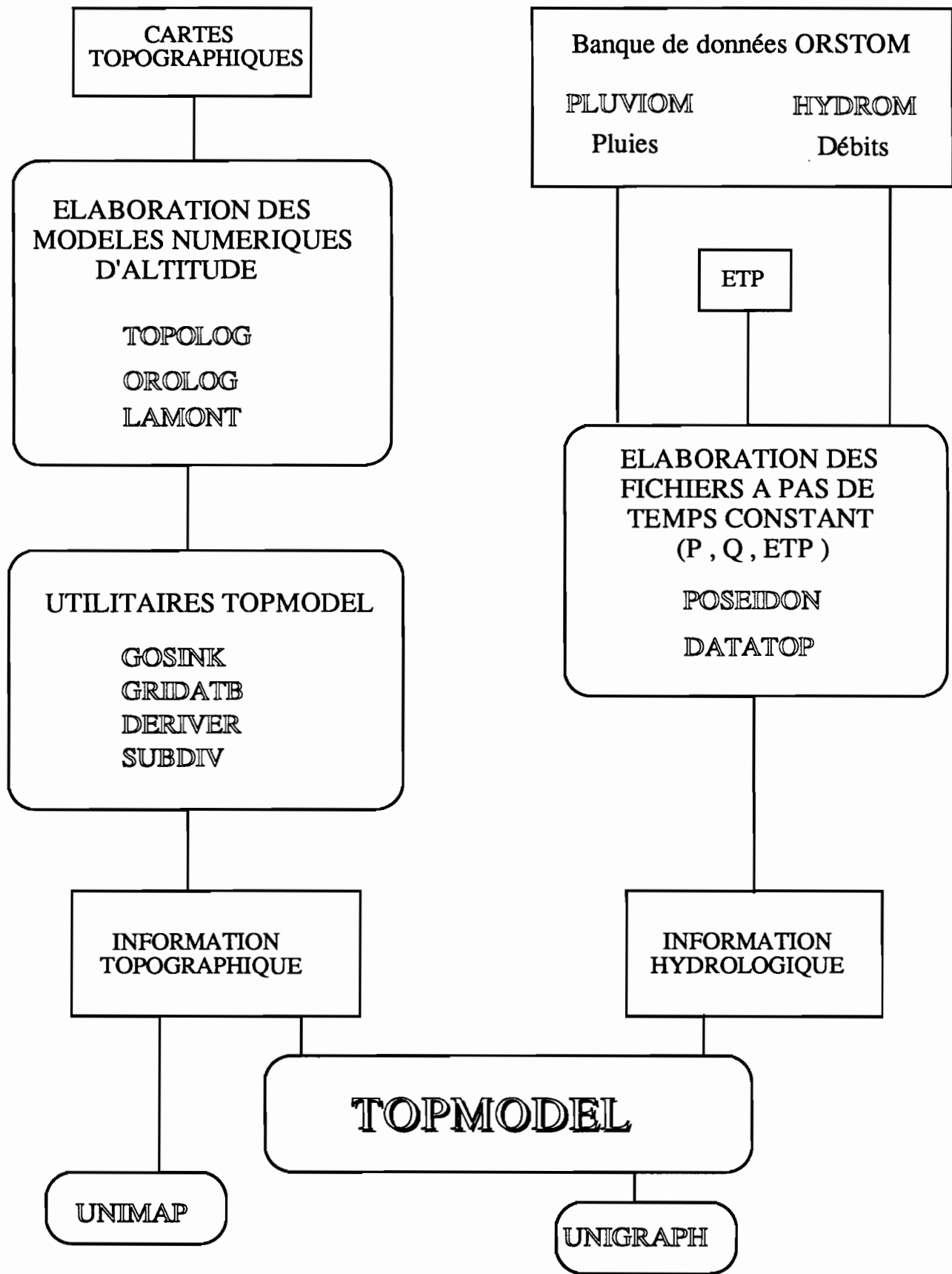
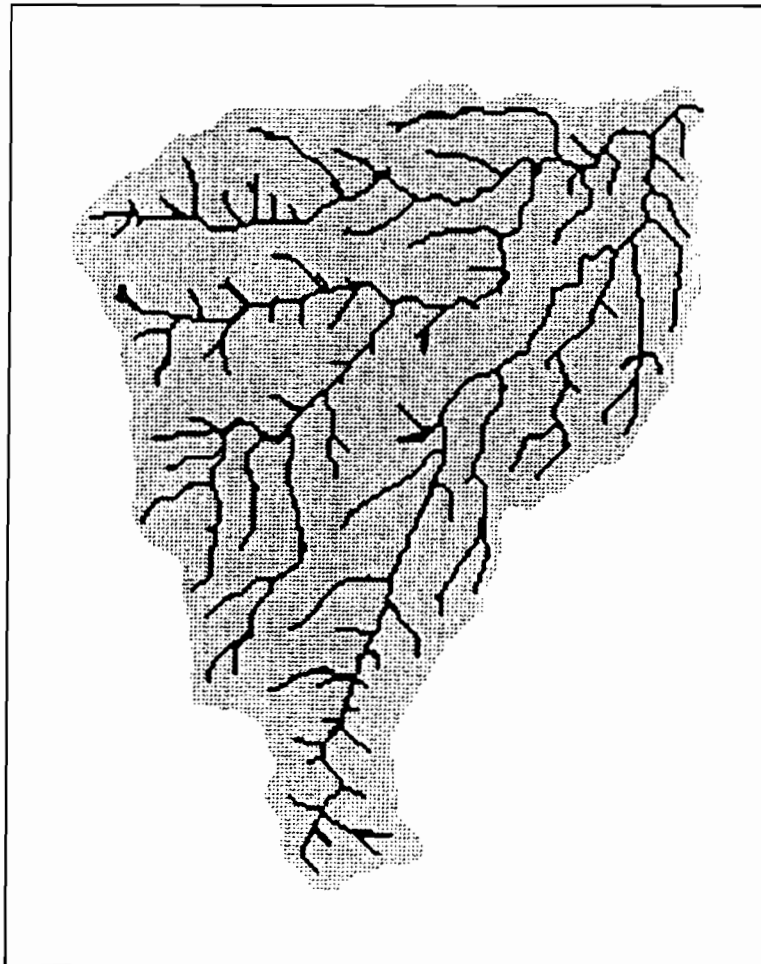


Fig 1 : MISE EN OEUVRE OPERATIONNELLE DE TOPMODEL

TROISIEME JOURNEE U. L. M.

UTILITE ET LIMITES DES MODELES EN HYDROLOGIE



Laboratoire d'Hydrologie
ORSTOM
2051 Avenue du Val de Montferrand
BP 5045
34032 Montpellier Cedex 1

28 Juin 1990