

X : modèles
c : comparaison
Note du 18.12.83



COMPARAISON DES MODELES CREC, GR1 et CEQUEAU

SUR LES BASSINS DE L'ORGEVAL (Seine & Marne)

ET DE L'EURON (Meurthe & Moselle)

Cette note propose d'apporter une contribution sur la modélisation conceptuelle en comparant la qualité des simulations de 3 modèles opérationnels à la Division Hydrologie-Hydraulique. On peut envisager d'utiliser ce document comme base de travail nécessaire pour progresser dans ce domaine de l'hydrologie.

Enfin, pour ce qui concerne l'application, cette note peut guider l'utilisateur dans le choix du modèle, lequel choix dépend à la fois des contraintes diverses (temps, données, etc...) et de l'objectif recherché (précision, nature du problème à résoudre).

Ce choix étant fait, il importe, eu égard à l'aspect fastidieux du calage réalisé sur un bassin donné, de pouvoir se faire une idée de l'aptitude du modèle retenu à simuler correctement les débits d'un autre bassin que l'on sait être hydrologiquement comparable (analyse de la chronique des débits journaliers et/ou analyse pédo-géologique, avec étude du régime des pluies). Ce problème de l'extrapolation est traité ici.

1. PRESENTATION SUCCINCTE DES 3 MODELES

Chacun de ces modèles a déjà fait l'objet d'études ou de publications /1/, /2/, /3/, aussi nous n'entrerons pas dans le détail et nous nous cantonnerons dans l'exposé en quelques lignes, de leurs principes et schémas de fonctionnement. Le pas de temps utilisé ici est le PdT journalier, valeur très proche du temps caractéristique des deux bassins utilisés.

1.1. Modèle CREC :

Le modèle CREC a été élaboré en 1969 par l'équipe de Mr CORMARY du Laboratoire d'Hydrologie (MONTPELLIER/LNH/EdF).

La version présentée ici est quelque peu modifiée par rapport à l'originelle. Elle ne compte plus que 8 paramètres au lieu de 12. Les réservoirs de routage du ruissellement de surface ont été supprimés, étant entendu que le ruissellement est rarement observé en milieu rural, tout au moins pour des superficies supérieures à quelques km².

La figure 1 ci-après représente le principe du fonctionnement avec les lois de vidange et de transfert utilisées.

L'évaporation potentielle E_p est ici estimée au moyen de la formule : $E_p = \left(\frac{t}{6}\right)^{1.4}$ où t représente la température moyenne journalière. Cette formule, qui représente assez bien l'évaporation en bac Colorado, a été élaborée pour le modèle GR1. La figure 2 permet de situer cette formule simple par rapport à celle de THORNTONWAITE (beaucoup plus complexe) utilisée dans le modèle CEQUEAU.

1.2. Modèle GR1 (à un paramètre "a") :

il s'agit en fait d'une simplification du modèle CREC..

CONCLUSION

Nous avons pu vérifier qu'un modèle conceptuel correctement calé sur un bassin donné, pouvait donner lieu à des simulations de qualité identiques et même parfois meilleures sur un bassin versant dont le régime hydrologique est comparable.

Il apparaît alors que la structure du modèle semble importer plus que la précision des principaux paramètres si l'on en juge par l'étude de la sensibilité. Doit-on pour cela en conclure que les efforts doivent être plus orientés vers la recherche d'une structure (ou logique) adaptée à une typologie de bassin que vers la multiplicité et la précision des paramètres ?

En supposant qu'il en soit ainsi cela signifierait que deux ou trois modèles types pourraient à la limite, et en se dispensant même de l'opération délicate du calage (des 2 ou 3 paramètres maxi), simuler les débits en n'importe quel point du territoire national.

Les trois types de bassins retenus pourraient être les suivants :

1. Les bassins à influence océanique non crayeux (non karstiques), dont l'Orgeval est le représentant.
2. Les bassins d'altitude (rôle prépondérant de la neige). Pour ces bassins, la structure des modèles du point 1 peut convenir, à condition de pouvoir les coupler à un modèle de fonte de neige (cela a été réalisé avec le modèle CREC ou les simulations (crues de fonte de neige) en 1978 et début 1979 (annexe 12) ont été significativement améliorées /5/).
3. Les bassins répondant à une particularité géologique, comme les bassins crayeux ou karstiques.

Les bassins du climat méditerranéens (non karstiques) peuvent s'intégrer au groupe 1, mais les paramètres auront certes des valeurs très différentes étant donné le caractère rapide des

crués et la sévérité des étiages (les paramètres ou constantes régissant l'évaporation devront elles aussi certainement être modifiées).

La comparaison que nous nous sommes proposés d'établir sur ces 3 modèles n'avait pas pour dessein de désigner lequel des trois était le meilleur, étant donné que chacun d'eux a été conçu dans une intention bien particulière. A cet égard, GR1 a voulu lancer en quelque sorte un défi aux modèles complexes à multiples paramètres et en ce sens son concepteur n'a pas si mal réussi.

CREC (version ici proposés) nanti du jeu de paramètres de l'Orgeval est à même de simuler concrètement les débits des bassins à régime océanique, à l'exception des bassins crayeux ou karstiques. Quelques retouches au niveau des paramètres (X1, X2, ...) pourront à la rigueur être faites pour parfaire le calage, comme cela a déjà été montré pour des bassins ayant des superficies très différentes de celles de l'Orgeval au Theil (exemple de Mélarchez). Dans un tel contexte, CREC réduit à 2 ou 3 paramètres réglables (qui supportent une imprécision de l'ordre de 15 %) apparaît comme un outil relativement efficace, notamment en ce qui concerne les crues complexes.

Quant à CEQUEAU, les différents critères ne sont pas dans l'ensemble meilleurs qu'avec CREC. Les bilans sont un peu plus souvent mieux équilibrés, mais les crues complexes et les décrues sont souvent moins bien simulées. D'autre part, les lères crues d'hiver sont un peu surestimées par rapport aux deux autres modèles.

Le petit surplus d'amélioration qu'apporte ce modèle, et qui n'est certainement dû qu'à la discrétisation spatiale, ne justifie cependant pas la lourdeur d'utilisation du modèle dans un but autre que celui pour lequel il a été essentiellement conçu, à savoir : simuler les différents types d'aménagements en des points définis du bassin versant.

Nous avons vu que les trois modèles se heurtent au problème de la simulation des crues survenant en fin de période de basses eaux (surtout lorsque la pluie qui génère la première crue fait suite à

un intervalle de temps sans pluie de plusieurs jours), il semble donc qu'il y ait matière à réfléchir sur cette particularité là.

La prise en compte de l'hétérogénéité spatiale, qu'elle soit artificielle (simulation statistique dans GR1) ou réelle, semble améliorer sensiblement les résultats. Peut-être faut-il poursuivre dans cette voie en proposant une autre forme plus astucieuse encore de prise en compte de l'hétérogénéité spatiale (citons à cet effet l'existence d'un modèle japonais qui discrétise les bassins en quelques bandes de largeur variable de part et d'autre du thalweg principal).

Il importe enfin de rappeler que, dans bien des cas, la corrélation spatiale entre les débits journaliers des cours d'eau d'une même région est bonne et peut être envisagée comme un outil bien plus efficace que le modèle conceptuel. Quelques exemples en annexe 13 viennent appuyer cette affirmation.

Il ne saurait donc y avoir aucune raison pour qu'un modèle correctement réglé sur un bassin ne donne pas lieu à des simulations également satisfaisantes sur le bassin qui lui est hydrologiquement comparable (et a priori soumis aux mêmes conditions climatiques). Les mauvaises simulations éventuelles doivent être imputables dans 90 % des cas aux incertitudes sur les entrées (lame d'eau mal estimée, suite à une densité de postes pluviométriques trop faible).

En conséquence, il apparaît recommandable de procéder à une analyse de la variabilité spatiale de la pluie au pas de temps concerné avant même d'envisager le calage d'un modèle conceptuel pluie-débit, et ce avec d'autant plus de rigueur que la densité des postes afférente au bassin est faible.

Jean-Claude MAILHOL