

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

S. R. E. T. I. E.

14, boulevard du Général-Leclerc - 92524 Neuilly-sur-Seine
Tél.: (1) 758.12.12

DOCUMENT



n° 10844

MODÉLISATION DES GRANDS BASSINS VERSANTS

ADAPTATION DES MODÈLES HYDROLOGIQUES ET ANALYSE DE SENSIBILITÉ

APPLICATION AUX BASSINS DE LA MOSELLE

Conventions ENV n° 82.224 et n° 83.109

par

P.A. ROCHE* et D. THIERY**

*CERGRENE - E.N.P.C. - La Courtine, B.P. 105 - 93194 NOISY-LE-GRAND CEDEX

**B.R.G.M. - Service Géologique National - Département de l'EAU



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département EAU

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 64.34.34

Rapport du B R G M

85 SGN 290 EAU

Juillet 1985

R E S U M E

Ce rapport constitue le rapport final des deux conventions suivantes entre le Ministère de l'Environnement et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) :

- Convention n° 82.224 : "Modélisation des grands bassins versants - Application aux bassins de la Moselle",
- Convention n° 83-109 : "Adaptation des modèles hydrologiques - Analyse de sensibilité - Application aux bassins de la Moselle".

Il constitue la synthèse des trois rapports d'avancement d'octobre 1982 (note technique SGN/EAU 84/31), de juin 1983 (note technique n° SGN/EAU 84/22) et de mars 1985 (note technique SGN/EAU 85/09).

Les travaux réalisés au cours de cette recherche ont permis d'analyser l'aptitude des modèles hydrologiques globaux à représenter de grands bassins versants. Les bassins étudiés sont ceux de la Moselle Française, et le plus grand bassin (La Moselle à Hauconcourt) a une superficie de 9400 km² avec des précipitations annuelles variant entre 500 et 1500 mm/an. 40 bassins et sous-bassins ont été modélisés au pas de temps mensuel avec différentes hypothèses simplificatrices. 30 bassins (soit 75 %) ont pu être modélisés de manière satisfaisante à partir des pluies mensuelles en ajustant 3 paramètres uniquement pour chaque bassin. Une analyse de sensibilité a confirmé l'intérêt d'utiliser un faible nombre de paramètres. Une série de calages sur des périodes de 5 ans avec vérification sur la 6ème année a montré que les paramètres sont stables et des équations de régression (avec une seule variable) ont permis de prédéterminer 2 des 3 paramètres de modélisation.

La modélisation du plus grand bassin a donné de bons résultats avec un pas de temps mensuel ou pentadaire, ce qui n'était pas évident compte tenu de l'hétérogénéité de la physiographie et des précipitations. Il semble que la limitation de la qualité de la simulation ne soit pas le plus ou moins grand détail du modèle, mais la méconnaissance des pluies (et des températures) surtout en altitude.

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	1
1. LE CHAMP D'ETUDE CHOISI	2
2. L'ANALYSE DES DONNEES	2
3. RELATION ENTRE LES ECOULEMENTS ET LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DES BASSINS VERSANTS	3
4. ANALYSE DETAILLEE DE LA VARIABILITE SPATIALE DES PRECIPITATIONS ET CALCUL DES LAMES D'EAU	3
5. MODELISATION GLOBALE DES BASSINS VERSANTS	4
6. DISCUSSION DU CALAGE	5
7. ANALYSE DE SENSIBILITE DES PARAMETRES	6
8. RELATION ENTRE PARAMETRES DES MODELES ET PHYSIOGRAPHIE DES BASSINS VERSANTS	6
9. VERIFICATION DES CALAGES SUR UNE AUTRE PERIODE	7
10. MODELISATION DES TRES GRANDS BASSINS	7
11. CONCLUSION - RESULTATS DE LA RECHERCHE	8
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	10
<u>FIGURES</u>	12

INTRODUCTION

Le texte qui suit constitue le rapport final des deux conventions suivantes entre le Ministère de l'Environnement et le B.R.G.M. :

- Convention n° 82.224 : "Modélisation des grands bassins versants - Application aux bassins de la Moselle",
- Convention n° 83.109 : "Adaptation des modèles hydrologiques - Analyse de sensibilité - Application aux bassins de la Moselle".

Il constitue la synthèse des trois rapports d'avancements suivants :

- "Analyse et modélisation de la Moselle Française : analyse des données hydroclimatiques ; étude statistique de la physiographie des écoulements" 1er rapport d'avancement, note technique SGN/EAU 84/31, par D. THIERY, octobre 1982 (110 pages).
- "Etude des bassins versants de la Moselle Française : Analyse des variations spatiales et temporelles des hauteurs de pluies mensuelles et calcul des lames d'eau mensuelles pour chaque bassin versant" 2ème rapport d'avancement, note technique SGN/EAU 84/32, par P.A. ROCHE, juin 1983 (92 pages),
- "Analyse et modélisation des bassins versants de la Moselle Française : modélisation de 40 bassins versants et analyse de sensibilité du calage" 3ème rapport d'avancement, note technique SGN/EAU 85/09, par D. THIERY, mars 1985 (221 pages).

Le but général de ces travaux était tout d'abord de vérifier l'aptitude des modèles hydrologiques globaux à la simulation de grands bassins versants, donc hétérogènes à la fois du point de vue physiographique et du point de vue climatique (précipitations et évapotranspiration potentielle). Les modèles devant être adaptés pour permettre une meilleure représentation de ces bassins. Les possibilités de représentations de bassins non jaugés et la précision et la fiabilité des résultats devaient être analysées par une étude de sensibilité des paramètres des modèles.

La figure 13 montre la simulation des débits pentadaires (5 jours) de la Moselle à Hauconcourt, à partir des pluies pentadaires sur la période de 1968-1977. Le modèle ayant été calé sur les 6 années déficitaires de la période 1971-1976. Il apparaît que les débits sont très bien reproduits avec ce modèle simple, après optimisation de 3 paramètres uniquement.

11. CONCLUSION - RESULTATS DE LA RECHERCHE

Les travaux réalisés au cours de cette recherche, et qui sont décrits en détail dans les 3 rapports d'avancement (octobre 1982, juin 1983, et mars 1985) avaient pour but l'analyse de l'aptitude des modèles hydrologiques globaux à représenter de grands bassins versants.

Les bassins étudiés sont ceux de la Moselle Française et le plus grand bassin (la Moselle à Hauconcourt) a une superficie de 9400 km² avec des précipitations annuelles variant entre 500 et 1500 mm/an (de 1971 à 1976) avec une géologie variable (granite, grès, marnes) recouverte d'une végétation allant de prairies à des forêts de conifères.

40 bassins et sous-bassins ont été modélisés au pas de temps mensuels avec différentes hypothèses simplificatrices. 30 bassins (soit 75 %) ont pu être modélisés de manière satisfaisante à partir des pluies mensuelles en ajustant 3 paramètres uniquement pour chaque bassin. Une analyse de sensibilité a confirmé l'intérêt d'utiliser un faible nombre de paramètres, mais a montré que la capacité de la réserve superficielle est mal déterminée si la lame d'eau n'est pas connue très précisément. Une série de calage sur des périodes de 5 ans avec vérification sur la sixième année a montré que les paramètres sont stables et des équations de régression (avec une seule variable) ont permis de déterminer :

- * la correction globale de pluie à partir de la différence d'altitude entre bassin et postes pluviométriques ($r = 0.82$),
- * la hauteur d'équi-ruissellement (qui règle la partie transfert par un amortissement plus ou moins fort) à partir du pourcentage du bassin couvert de conifères ($r = 0.89$), ce qui confirme l'intérêt du fichier physiographique des bassins.

La modélisation du plus grand bassin (9400 km²) a donné de bons résultats avec un pas de temps mensuel ou pentadaire, ce qui n'était pas évident compte-tenu de l'hétérogénéité de la physiographie (pente, géologie) -et donc a priori de la fonction de transfert- et de l'hétérogénéité

des précipitations (500 à 1500 mm/an) qui semblait interdire le concept même de lame d'eau moyenne pour faire un bilan au niveau du sol.

Des essais de modélisation séparée de sous-bassins n'ont pas permis une meilleure simulation des grands bassins qui les regroupent (au moins au pas de temps mensuel) excepté pendant de courtes périodes d'accumulation ou de fonte de la neige. Il semble que la limitation de la qualité de la simulation ne soit pas le plus ou moins grand détail du modèle, mais la méconnaissance des pluies (et des températures) surtout en altitude.

Cette recherche a également permis de rendre plus performants les algorithmes d'optimisation automatique et de définir un coefficient d'ajustement pondéré sensible et adapté à la simulation de débits mensuels.

La modélisation des bassins de la Moselle a été réalisée -simultanément sous différents angles- par différentes équipes de chercheurs et a donné lieu à des échanges avec en particulier :

- * le C.I.G., thèse de E. GILLES (juillet 1985),
- * le L.N.H. de Chatou,
- * le L.H.M. Montpellier, thèse de V. COMBES (Mars 1985).

Elle a également donné lieu à des publications :

- * P.A. ROCHE et D. THIERY .- Evaluation des apports mensuels par les précipitations en régions montagneuse - Application au bassin de la Moselle Française .- Société Hydrotechnique de France, Section Pluviométrie - Paris, Mai 1984
- * P.A. ROCHE et D. THIERY (1984) .- Génération de scénarios d'évolution de débits de cours d'eau ou de niveaux piézométriques par modèles hydrologique global .- 5ème conférence internationale sur la planification et la gestion des eaux (CEMPE), Athènes, octobre 1984 (et Hydrogéologie - Géologie de l'Ingénieur n° 3, 1984).

D'autre part, le thème de recherche étant loin d'être épuisé, le département EAU du B.R.G.M. continue en 1985, sur ses fonds propres, l'analyse des possibilités de modélisation des grands bassins à un pas de temps plus fin (journalier). Il étudie également, avec un cofinancement de la Commission Economique Européenne, en liaison avec le CERGRENE, l'intérêt des modèles hydrologiques pour estimer la variabilité temporelle des ressources en eau compte-tenu des courtes périodes d'observations.