



# analyse et modélisation des bassins versants de la Moselle française

modélisation de 40 bassins versants  
et analyse de sensibilité du calage



no M105

D. Thiery

Septembre 1985  
85 SGN 435 EAU

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département Eau  
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: (33) 38.64.34.34

## R E S U M E

Ce rapport reprend quasiment intégralement la note technique n° 85/09 de mars 1985 qui constitue le troisième rapport d'avancement du travail de recherche financé par le B.R.G.M. et le Ministère de l'Environnement et de la Qualité de la Vie, sous le titre "Adaptation des modèles hydrologiques, Analyse de sensibilité, Application aux bassins de la Moselle", et sous le numéro de contrat 83.109. Il fait suite aux rapports suivants :

- \* Analyse et Modélisation des bassins versants de la Moselle Française : analyse des données hydroclimatiques ; étude statistique de l'influence de la physiographie sur les écoulements - 1er rapport d'avancement, note technique SGN/EAU 84/31 par D. Thiery, octobre 1982 ;
  
- \* Etude des bassins versants de la Moselle Française : Analyse des variations spatiales et temporelles des hauteurs de pluie mensuelles et calcul des lames d'eau mensuelles pour chaque bassin versant - 2me rapport d'avancement, note technique SGN/EAU 84/32, par P.A. Roche, Juin 1983.

L'objet de ce rapport est la modélisation séparée des débits de 40 bassins et sous-bassins de la Moselle Française avec une analyse de sensibilité des paramètres obtenus et une étude des relations entre les paramètres de modélisation (globale) et les caractéristiques physiographiques des bassins.

\* \*  
\* \*

## TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>CHAPITRE 1 - DESCRIPTION DES DONNEES DISPONIBLES</u>	3
1. LES BASSINS MODELISES	5
2. LES DONNEES HYDROMETRIQUES	5
3. LES DONNEES CLIMATIQUES	5
<u>CHAPITRE 2 - LE MODELE HYDROLOGIQUE GLOBAL</u>	13
1. LE MODELE UTILISE	15
2. DOMAINES D'APPLICATION DU MODELE GARDENIA	15
3. PARAMETRES DU MODELE	17
4. LES DONNEES NECESSAIRES A L'UTILISATION DU MODELE	19
5. LE COEFFICIENT D'AJUSTEMENT	19
6. PONDERATION DES ECARTS DANS LE MODELE	22
6.1. JUSTIFICATION D'UNE PONDERATION	22
6.2. DESCRIPTION DE LA PONDERATION CHOISIE	23
6.3. ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA PONDERATION	25
<u>CHAPITRE 3 - CALCUL DES LAMES D'EAU ET D'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE</u>	27
1. LAME D'EAU DE REFERENCE	29
2. LAME DE TEMPERATURE	34
3. LAME D'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE ETP	36
<u>CHAPITRE 4 - CALAGE DE REFERENCE</u>	39
1. LES HYPOTHESES DE CALAGE	41
2. LES PARAMETRES IDENTIFIES	43
3. LA QUALITE DE L'AJUSTEMENT	47
4. STABILITE DU CALAGE	64
<u>CHAPITRE 5 - INFLUENCE DE LA PONDERATION DES ECARTS</u>	67
1. COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT	69
2. DEBITS CARACTERISTIQUES CALCULES	69
3. PARAMETRES OBTENUS	74
4. SIMULATION DES DEBITS MENSUELS	74

<u>CHAPITRE 6</u> - ANALYSE DES FACTEURS INFLUENÇANT LA PARTIE PRODUCTION DU MODELE	87
1. INFLUENCE DE LA CORRECTION GLOBALE D'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE	89
2. INFLUENCE DE LA CAPACITE DE LA RESERVE SUPERFICIELLE	92
3. PAS DE CORRECTION DE PLUIE, NI D'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE	95
4. INFLUENCE DU PAS DE TEMPS DE LA PLUIE	103
5. INFLUENCE DE LA REPARTITION DE LA PLUIE AU COURS DU PAS DE TEMPS	107
6. INFLUENCE DU PAS DE TEMPS SELON LA CAPACITE DE LA RESERVE SUPERFICIELLE	114
7. INFLUENCE DE LA CAPACITE DE LA RESERVE SUPERFICIELLE	114
8. INFLUENCE DE LA PRISE EN COMPTE DE LA NEIGE	121
9. UTILISATION D'UN RESEAU PLUVIOMETRIQUE REDUIT	125
<u>CHAPITRE 7</u> - ANALYSE DES FACTEURS INFLUENCANT LA PARTIE TRANSFERT DU MODELE	133
1. AJUSTEMENT DU TEMPS DE DEMI-TARISSEMENT	135
2. UTILISATION DE DEUX COMPOSANTES SOUTERRAINES	138
3. SCHEMA DE TRANSFERT BI-LINEAIRE	138
4. INTRODUCTION D'UN DEBIT EXTERIEUR CONSTANT	144
5. INFILTRATION PROFONDE	148
<u>CHAPITRE 8</u> - ANALYSE DE SENSIBILITE DES PARAMETRES SUR LE BASSIN DE LA MOSELLE A HAUCONCOURT (9387 km <sup>2</sup> )	165
1. INTRODUCTION	167
2. FONCTION PRODUCTION	167
3. FONCTION DE TRANSFERT	173
4. CONCLUSION	182
<u>CHAPITRE 9</u> - RELATION ENTRE LES PARAMETRES DU MODELE GARDENIA ET LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DES BAS- SINS DE LA MOSELLE	184
1. INTRODUCTION	185
2. LE FICHER PHYSIOGRAPHIQUE	187
3. HAUTEUR D'EQUI-RUISSELLEMENT	188
4. CORRECTION GLOBALE DE PLUIE	194
5. CAPACITE DE LA RESERVE SUPERFICIELLE	197
6. TEMPS DE DEMI-TARISSEMENT	200



## INTRODUCTION

Deux rapports d'avancements écrits en 1982 et 1983 ont permis d'analyser en détail les données hydrométriques et climatiques relatives à 45 bassins et sous-bassins de la Moselle. Ces données ayant été critiquées, il est possible de tenter une modélisation globale des débits de ces bassins et sous-bassins. Un modèle hydrologique global a été adapté pour permettre facilement une telle modélisation (séparée) d'un grand nombre de bassins et de sous-bassins. L'objet de ce rapport est de voir si un tel modèle permet de reproduire de manière fiable et stable les débits des bassins, si un pas de temps grossier (mensuel) permet de donner des résultats intéressants et si ce modèle peut être transposé sur des bassins non jaugés pour calculer des débits à partir de précipitations mesurées sur le bassin.

Ce rapport qui reprend quasiment intégralement la note technique n° 85/09, est constitué des 10 chapitres suivants :

- 1/ Description des données disponibles,
- 2/ Le modèle hydrologique global,
- 3/ Calcul des lames d'eau et d'évapotranspiration,
- 4/ Calage de référence,
- 5/ Influence de la pondération des écarts,
- 6/ Analyse des facteurs influençant la fonction "production" du modèle,
- 7/ Analyse des facteurs influençant la partie "transfert" du modèle,
- 8/ Analyse de sensibilité des paramètres sur le bassin de la Moselle à Haucoucourt (9 387 km<sup>2</sup>)
- 9/ Relation entre les paramètres du modèle GARDENIA et les caractéristiques physiographiques des bassins de la Moselle,
- 10/ Vérification du calage sur des données de contrôle.

Le rapport est constitué de très nombreuses illustrations qui seules permettent d'apprécier les résultats de modélisation de 40 bassins. Ces illustrations sont toutes commentées et peuvent se lire comme un livre d'images.

Les principaux résultats de cette recherche décrits dans les 3 rapports d'avancements sont résumés dans le rapport final BRGM 85 SGN 290 EAU.

Parmi tous les résultats obtenus, on peut citer en particulier les suivants :

- \* Le modèle global au pas de temps mensuel permet de simuler correctement, avec 3 paramètres pour chaque bassin, les débits mensuels de 75 % des bassins sur la période 1971-1976, cependant l'année 1972 est souvent difficile à simuler. Il convient d'ailleurs de noter que cette période 1971-1976 est en moyenne extrêmement sèche par rapport aux années antérieures et postérieures.
- \* Le critère d'ajustement le plus sensible et permettant une simulation correcte des débits, y compris des étiages, est un coefficient d'ajustement pondéré. Ce coefficient donne plus de poids aux écarts observés sur les faibles débits.
- \* Les paramètres du modèle sont déterminés de manière stable. Quelque soient les valeurs initiales on retrouve après optimisation les mêmes valeurs.
- \* Les capacités de réserve du sol sont souvent assez mal déterminées, surtout sur les bassins humides (situés en altitude) pour lesquels cette réserve ne s'assèche quasiment jamais.
- \* Les corrections globales de pluies à introduire sur les lames d'eau calculées sont généralement négatives (sauf pour les bassins en altitude). La médiane des 40 bassins est une diminution de 18 %. Cette diminution est difficile à expliquer, et il n'a pas été possible de la compenser en augmentant l'évapotranspiration potentielle (ETP) qui n'est connue qu'approximativement. Deux hypothèses restent possibles :
  - . une partie non négligeable de la pluie efficace s'infiltré vers des nappes profondes et n'est pas contrôlée par l'exutoire,
  - . le schéma de transfert du modèle tend à avoir une décroissance trop lente des débits. Les débits d'étiages calculés (qui ont un rôle important dans l'ajustement) sont sur-estimés. Le modèle diminue donc les entrées pour mieux simuler ces étiages. Les débits moyens sont alors légèrement sous-estimés par le modèle.

- \* Les calculs au pas de temps pentadaire (5 jours) donnent des résultats significativement meilleurs que les calculs au pas de temps mensuel.
- \* L'analyse de sensibilité, sur le bassin de Hauconcourt (le plus grand), montre que :
  - . Les paramètres de la fonction production et ceux de la fonction transfert sont indépendants ;
  - . Une certaine compensation peut s'établir entre les 3 paramètres de la fonction production (correction globale de pluie, correction globale d'évapotranspiration potentielle, capacité de la réserve superficielle) ;
  - . Les temps de demi-percolation et de demi-tarissement ne peuvent pas être échangés simplement ;
  - . La hauteur d'équi-ruissellement est assez liée au temps de demi-percolation ; il faut donc fixer un des deux paramètres ;
  - . Le temps de demi-tarissement n'est pas déterminé très précisément.
- \* L'étude des relations entre les paramètres du modèle et les paramètres physiographiques montre qu'il est possible de prédéterminer correctement :
  - . la hauteur d'équi-ruissellement (nettement),
  - . la correction globale de pluie (un peu moins nettement) ;par contre la capacité de la réserve superficielle ne peut pas être prédéterminée.
- \* Le contrôle du calage sur des données extérieures montre que le modèle se comporte correctement, mais il resterait à compléter cette analyse sur de longues séries de données (qui seront disponibles plus tard).
- \* Les principaux résultats de cette recherche, décrits dans les trois rapports d'avancements, sont résumés dans le rapport BRGM 85 SGN 290 EAU.