

**MODELISATION DES TRANSFERTS HYDRIQUES  
A L'EHELLE D'UN PETIT BASSIN VERSANT DE  
LA ZONE SOUDANO-SAHELIENNE**

**F. GUILLET \*<sup>G.</sup>, M. SERPENTIER \*\*<sup>A</sup>, J. L. SABATIER \*<sup>!!</sup>**

**Résumé :** Une modélisation des transferts hydriques à l'échelle d'un petit bassin versant est abordée en particulier sous l'angle de ses rapports avec un dispositif expérimental.

Le présent document est une introduction à la communication qui doit être faite en mars 1990 aux Journées UREF de Ouagadougou.

**Mots clés :** Expérimentation, modélisation, ruissellement, bassin versant, pédologie .

La gestion du ruissellement est une pratique très ancienne dans les milieux semi-arides du monde tropical. Si discrets soient-ils, ces aménagements réalisés par les

étendu, la connaissance des variables pédologiques du modèle peut requérir

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT  
EN COOPERATION

Montpellier, le

17 / 11 / 94

DOCUMENTATION  
911 avenue d'Agropolis

BORDEREAU DES PIECES ADRESSEES A :

B.P. 5045  
34032 MONTPELLIER Cédex 01

E. MILLET

N/Réf : 44/1386

fonctionnement de plusieurs parcelles mises en comparaison, on cherche deux séries de renseignements :

- des informations permettant d'améliorer la connaissance sur les transferts hydriques sur la parcelle cultivée (aspects qualitatifs, quantitatifs, transports solides) dans les conditions soudano-sahéliennes, et en particulier l'influence d'une certaine longueur de pente, des impluviums, et des aménagements permanents ou temporaires de l'état de surface (porosité, rugosité). On travaille essentiellement sur les thèmes du travail du sol, de la rugosité, des réseaux d'obstacles isohypses, filtrants et cloisonnés (cordons

pluie sur 1 m<sup>2</sup> au ruissellement mesuré sur des bassins versants de taille et de composition d'états de surface variées.

### 2.2.3. RESULTATS ACTUELS SUR LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE BIDI ET RESULTATS ATTENDUS

Si le travail du sol avant semis apparaît comme une technique apte à favoriser la mise en place du peuplement et de l'enracinement, ainsi que le stockage d'eau dans les horizons profonds du sol, ses effets pervers sur la lixiviation, sur la dégradation de certaines qualités structurales du sol et sur le risque érosif sont suggérés pour le système de culture étudié. (Lamachère, Serpantié, 1988).

D'autre part, l'analyse des composantes du rendement sur trois ans et des ruissellements sur 45 événements pluvieux met en évidence l'efficacité très variable d'un réseau d'obstacles isohypses filtrants et cloisonnés sur l'infiltration de pluies et d'un ruissellement entrant. Son efficacité apparaît statistiquement liée à l'état de surface du sol lors de l'averse, qui doit être rugueux et sec pour que l'on observe une amélioration de l'infiltration par rapport à la parcelle témoin. Le type d'averse joue un rôle secondaire. On relie en hypothèse ce phénomène aux "effets secondaires" des obstacles (modification des états de surface, organisation latérale du ruissellement) qui apparaissent en même temps que se dégrade l'état de surface moyen. Il y a donc des conditions à respecter pour atteindre l'objectif recherché : règles d'installation (cloisonnement latéral, respect de la courbe de niveau), règles pour l'itinéraire technique (maintenir un état de surface rugueux), règles d'entretien (reboucher les trous) (Serpantié, Lamarchère 1989).

Néanmoins l'extrapolation de ce type de résultat est difficile à d'autres types de sols moins aptes à l'infiltration. En l'absence d'autres expérimentations, les résultats attendus des modèles sont de simuler des alternatives de milieu, de gestion (type de réseau, écartement des obstacles, hauteur, porosité, rugosité) et ainsi d'enrichir la connaissance de ces pratiques et de leurs conditions de mise en oeuvre. Le modèle SOURCE apparaît en mesure de réaliser ces simulations.

### 3. PROGRAMME DE RECHERCHE ETALE SUR DEUX ANS

Au niveau de la parcelle, une campagne de mesure doit se continuer en 1990 (une deuxième thèse devant être mise en chantier sur le modèle, les méthodes d'instrumentation et les méthodes agronomiques).

Le bassin versant ayant été caractérisé et étant équipé, une nouvelle campagne permettra l'acquisition des données essentielles.

Sur le plan du développement du logiciel (8 900 lignes de code écrites en Pascal, 150 K) la maintenance a été jusqu'à présent assurée par notre équipe et une interface cartographique 2D-3D est en cours de réalisation. Elle permettra une utilisation souple au niveau du bassin versant et permettra d'optimiser les "obstacles" de surface à l'échelle du bassin.

La confrontation avec d'autres méthodes est essentielle, et également le calage sur d'autres sites opérationnels.

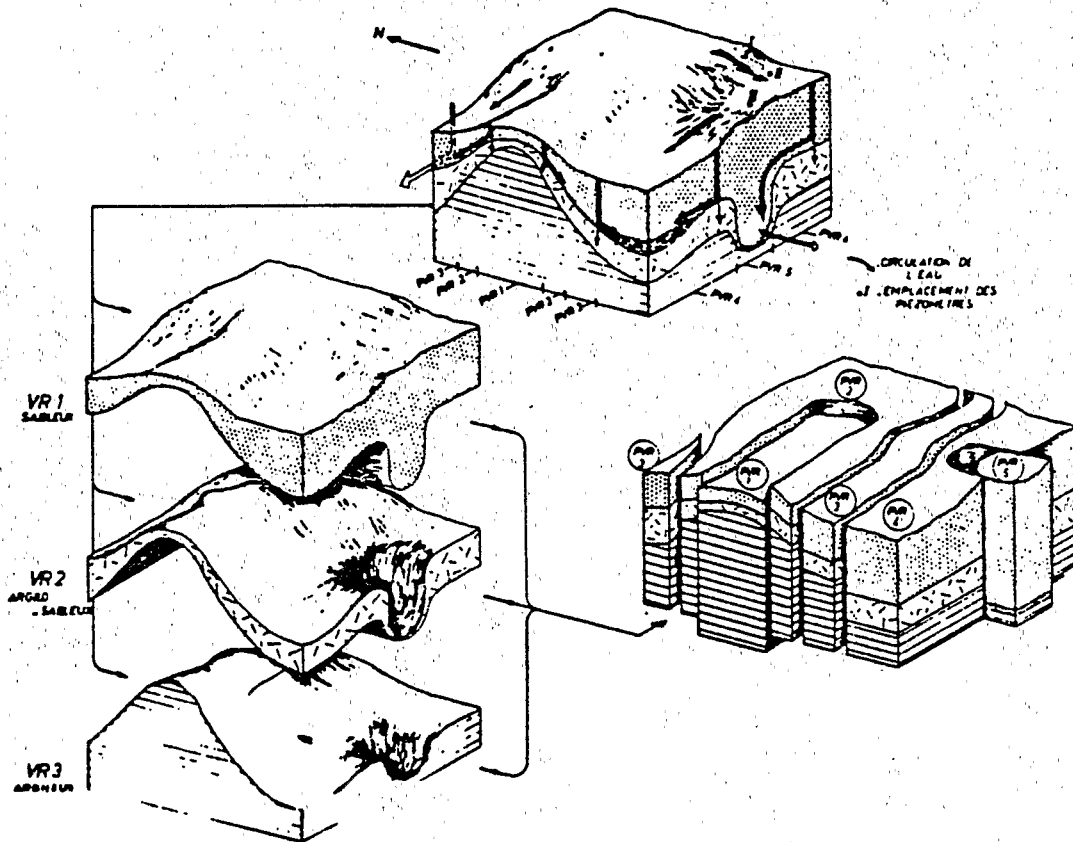
## BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL J. 1987- Genèse et prédétermination des crues au BURKINA FASO Du m<sup>2</sup> au km<sup>2</sup> , étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution . Thèse de l'université de PARIS VI PARIS. Col Etude et Thèse de l'ORSTOM 336p.
- ADIBA.M 1984- Base de Données cours E.N.S.I.M.A.G. .
- BAIER W.et ROBERTSON G.W.1966- A new versatil soil moisture budget. Can.J.Plant.Sci.46.
- BAIER W..DYER A.J. et SHARP W.R.,1979- The versatil soil moisture budget. Tech.Bull. 87. Agrometeorologie Section ; Land Resource Research Institute. Canada
- BAULIER V.SABATIER J.L. 1989- Logiciel SOURCE version 2 ; Document IRAT.
- BELLMAN 1970- on structural identifiability MATH BIOSCIENCES, 7, 329-339.
- BERTALANFFY 1973- Théorie générale des systèmes. DUNOD ED.
- BOISVIEUX J.F.1977- Modélisation et commande de processus biologiques. Aspects théoriques et mise en oeuvre . Thèse PARIS VI.
- BUISSON J.B. BOUSQUET SABATIER J.L. 1988- Modèle de simulation des transferts hydriques à l'échelle d'un bassin versant: le logiciel SOURCE. document IRAT.
- CASENAVE A.VALENTIN C.1988- Les états de surface de la zone sahélienne influence sur l'infiltration .Rapport CEE-ORSTOM.
- CHARREAU C.NICOU R.1971 - Methodes d'évaluation du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicalé sèche Ouest Africaine et ses conséquences agronomiques. Bulletin Agronomique n° 23.
- CHERNY-GAUTIER - Analyse de systèmes biologiques, certains aspects méthodologiques liés à la modélisation. Laboratoire d'automatique de Grenoble .
- CHEVALIER P. 1989- Complexité hydrologique du petit bassin versant exemple en savane humide du bassin versant de BOORO BOROTOU (COTE DIVOIRE) Thèse USTL MONTPELLIER ,ORSTOM.
- COLLINET J.1988- Comportements hydrodynamiques et érosifs de sols de l'Afrique de l'Ouest. Evolution des matériaux et des organisations sous simulateur de pluies.Thèse Université Louis Pasteur STRASBOURG
- FEDDES R.A.et al.1988- Modelling soil dynamics in the unsaturated zone state of the art ; technical bulletins ICW n° 100.
- FRANQUIN P.FOREST F.1977- Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. agronomie tropicale XXXII-I.
- GIRAUD 1965- Processus aléatoires. DUNOD ed. PARIS.
- GIRARD G.et al.1981- Modèles couplés. Simulation conjointe des écoulements de surface et souterrains sur un système hydrologique. cah.ORSTOM série hydrologie ORSTOM. vol. XVIII, n° 4.
- GIRARD MC 1983- Recherche d'une modélisation en vue d'une représentation spatiale de la couverture pédologique. Application à une région de plateaux jurassiques de Bourgogne. Thèse d'état INAPG.
- GIRARD M.C.DUFAURE L.1988- Présentation d'un modèle de transfert de l'eau dans les sols : SOURCE. INRA R.CALVET ed..
- HILLEL D.1975- L'eau et le sol; principes et processus physiques. CABAY ed.
- KAUFMAN Introduction à la recherche opérationnelle et théorie du graphe.
- KATERJI N., PERRIER A.1983- Modélisation de l'ETR d'une luzerne .In Agronomie, 3, (6), 513-521.
- KING D., GIRARD M.C.1988- Un algorithme pour la classification des horizons de la couverture pédologique . Science du sol vol.26 n° 2.
- KING D.1986- Modélisation de l'approche cartographique du comportement des sols. Thèse doc.ing. INAPG,GRIGNON 243p..

- LAMACHERE J.M., SERPANTIE G. 1988- Conséquence de trois méthodes d'amélioration des bilans hydriques au champ pour une culture pluviale. Rapport ORSTOM 39p.
- MARCHAL J.Y.1983- Le YATENGA . La dynamique d'un espace sahélien. Publication ORSTOM
- MARLET S.1988- Les méthodes d'évaluations du bilan hydrique des sols cultivés. doc.IRAT.
- MARTNELLI B.SERPANTIE G.1987- La confrontation paysans aménageurs au YATENGA : analyse d'un agronome et d'un ethnologue. In cahier de la recherche dev. n° 14-15 JUIN SEPT. p.29-52.
- MOREL-SEYTOUX HJ & D.KHANJI 1974-"Dérivation of an equation of infiltration." Water Res. Res.10, n° 4.
- NICOUD R., CHOPART 1977- Les techniques d'économie de l'eau dans les sols sableux du SENEGAL. In conférence internationale "Rôle des propriétés physiques des sols dans l'entretien des sols tropicaux", IITA IBADAN NIGERIA
- PAVE A. 1977- An approach to computer aided design a tool for mathematical modelling in biology. comp.biol.med.7,301-310
- POCHAT R.1980- Ecole d'été de mécanique HANOI hydraulique à surface libre.
- RAFIK A.1987- Efficacité des techniques culturales pour limiter le ruissellement et l'érosion. Etude expérimentale et problèmes méthodologiques. CEMAGREF ANTONY.
- RAUNET M. 1989- Bilan hydrique et minéral d'un bas fond sur les hautes terres de MADAGASCAR . IRAT-FOFIFA.
- SABATIER J.L. 1987- Réflexion sur l'érosion et les systèmes agraires dans la zone de collines de la province de VINH PHU (VIETNAM) IRAT-LECSA.
- SERPANTIE G., LAMACHERE JM. 1989- Pour une connaissance des conditions de mise en oeuvre des aménagements de ruissellement 24p. Communication à l'atelier sur les systèmes de collecte du ruissellement OUAGADOUGOU.
- SERPANTIE G. 1988- Aménagements de conditionnement des ruissellement des pentes cultivées Soudano-Sahéliennes 19p. In recueil d'expériences d'aménagement du ruissellement . CILSS ed.
- VACHAUD G. 1984 - Bilan hydrique par mesure dans le sol, à l'échelle d'une parcelle cultivée. Colloque résistance à la sécheresse en milieu inter tropical. Quelle recherche pour le moyen terme ? DAKAR 24-27 sept. 84.
- VAUCLIN M., HAVERKAMP R., VACHAUD G.1975 - Transfert hydrique dans le système sol plante atmosphère. Simulation et prévision. Réunion FAO/IAEA. SENEGAL.
- VOLTZ M., BORNAND M.1988 - Analyse de la variabilité spatiale des propriétés du sol contribution à la recherche de méthodes quantitatives simple de cartographie de paramètres hydrodynamiques . Compte rendu de l'ATP EAU PARIS 88 INRA.

### LE MODELE SOURCE

On considère la couverture pédologique comme un ensemble organisé de Volumes de Référence (Figure 1). On caractérise ceux-ci par les variables pédologiques nécessaires pour déterminer des volumes réagissant de la même manière à la circulation de l'eau. Pour le modèle, on retient avant tout les limites horizontales et latérales de ces Volumes de Référence (M-C. GIRARD,



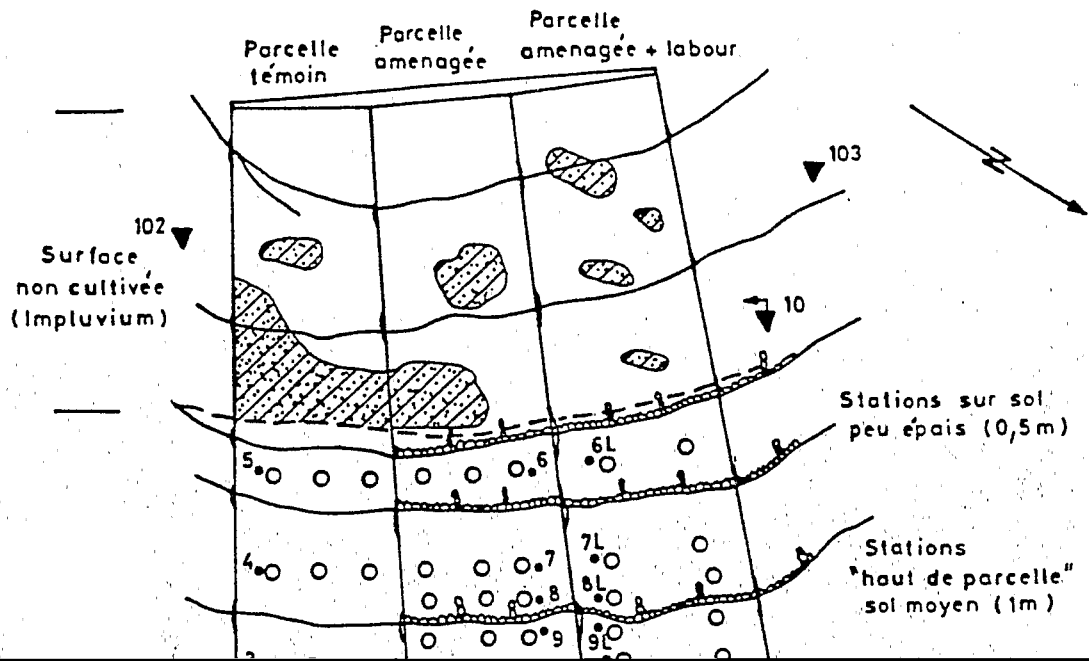
A gauche, comme un ensemble de Volumes de Référence (VR)

A droite, comme un ensemble de "Profils de Volumes de Référence" (PVR).

Les flèches indiquent les sens des écoulements.

Figure 1 : Analyse de la couverture pédologique.





SENTINELLE

D FRA

N



F 24/06/91

# AGRONOMIE ET RESSOURCES NATURELLES EN REGIONS TROPICALES

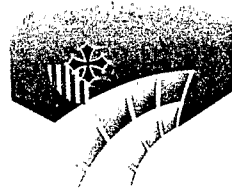
(Actes des journées de la DRN 12-15 septembre 1989)

Editeurs scientifiques : R. Bertrand, H. Saint Macary  
Comité de lecture : R. Bertrand, J. Charoy, F. Forest,  
R. Oliver, H. Saint Macary, P. Siband  
Mise en page : J.-C. Lorente  
Correction : M. Loubet  
Cartographie : Ch. Gounel, G. Grellet, A. Lherbet  
Couverture : H. Hemsî, Ch. Gounel

Ouvrage édité par IRAT / CIRAD avec l'aide financière de :

La MISSION AGER du CIRAD

Le CONSEIL REGIONAL  
LANGUEDOC-ROUSSILLON



ORSTOM  
Centre Documentation  
MONTPELLIER

ISBN : 2-901987-33-8

076  
AGRO 02  
BER

10 8 1989

Agronomie et ressources naturelles en régions tropicales. Montpellier, 12-15 septembre 1989. Editeur IRAT-Montpellier 1990.

Don  
1010