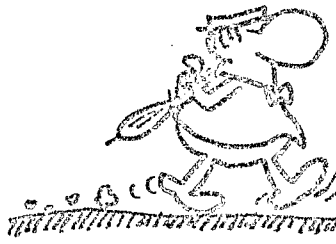
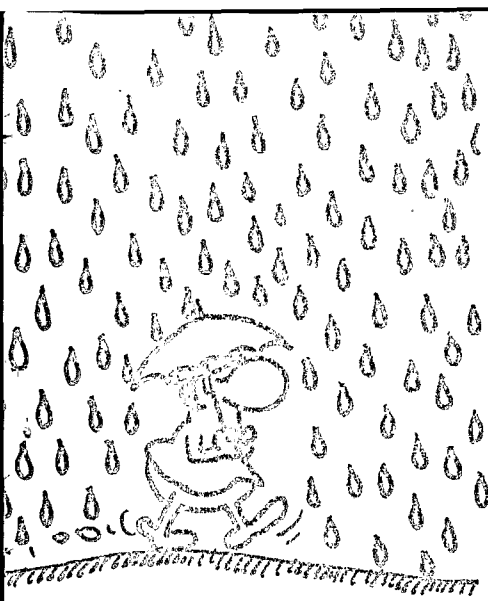
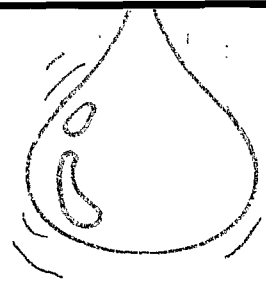


GOUTTES
et
SPLASH



© ACOGILIO

Bulletin du Groupe Méthodologique de Simulation de Pluie

mai 1984

SOMMAIRE

Simulation de pluie sur petits bassins versants.....	1
Le point sur:	
L'infiltramètre à aspersion.....	6
Le dépouillement des limnigrammes.....	4

SIMULATION DE PLUIE SUR PETITS BASSINS VERSANTS

Pour comprendre comment se sont développées les études sous pluies simulées, il est nécessaire de faire un bref historique du programme simulateur.

En 1976 le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) demande à l'ORSTOM d'essayer de résoudre le problème de la détermination des crues décennales des petits bassins en zone forestière tropicale. Une première analyse des études classiques de bassins représentatifs montre que l'hétérogénéité des résultats semble provenir de l'aptitude au ruissellement très variable des différents sols forestiers. Il est alors décidé d'utiliser le mini-simulateur de pluie, nouvellement mis au point par J. ASSELINE et C. VALENTIN, pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de ces différents sols. Cette étude débute fin 1977 et se termine, pour la Côte d'Ivoire, en 1981 par la mise au point d'une nouvelle méthode permettant d'évaluer de façon rapide, la crue décennale en zone forestière.

Parallèlement, pendant la saison sèche 1980-1981, une première tentative d'utilisation du simulateur, en zone sahélienne, à des fins hydrologiques, était faite sur deux bassins de la Mare d'Oursi (Haute-Volta). Un essai de reconstitution, non seulement de la crue décennale, mais de l'ensemble des crues observées sur les bassins était fait à cette occasion.

Les résultats de ces deux études étant prometteurs, le Comité Technique d'Hydrologie décide d'étendre cette nouvelle technique à d'autres pays. De nouveaux simulateurs sont construits et des programmes de mesure développés au Cameroun (1982) au Congo et au Togo (1983) et enfin au Niger (1984).

Historique

- 3 AVRIL 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 17.272 → 17.273 ex 1

Cote : B

- 3 AVRIL 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 17.272 ext

Cote : B

Les nombreuses études réalisées jusqu'à présent dans le domaine des relations eau-sol (bassins versants, cases d'érosion, bilans hydriques des sols etc...) se heurtent à trois problèmes :

- un problème de durée des études : Pour obtenir un résultat fiable sous pluies naturelles, il est nécessaire de prolonger les mesures sur plusieurs années, surtout en zone sahélienne où les pluies sont rares et irrégulières. Les mesures sous pluies simulées permettent de réduire de façon très sensible la durée des études pour un résultat d'une précision sensiblement égale, sinon supérieure dans certains domaines, à celle des mesures classiques. A titre d'exemple, en zone forestière, la détermination de la crue décennale demande au minimum deux à trois années de mesures sur bassin versant et seulement un mois et demi à deux mois pour une campagne de simulation et une cartographie pédologique sommaire.

*Intérêt des études
sous pluie
simulée*

- un problème d'extension spatiale des résultats. Du fait de leur durée, les mesures classiques ne sont effectuées que sur un petit nombre de sites. Les mesures sous pluies simulées beaucoup plus rapides permettent pour un même investissement de tester un nombre de sites bien plus élevé. De plus alors que l'extrapolation des résultats était faite, le plus souvent, à partir des unités cartographiques fondées sur une classification morphogénétique des sols, les mesures sous pluies simulées ont permis de mettre en évidence, qu'en zone soudano-sahélienne, seule la cartographie fine des états de surface permet une extrapolation fiable des résultats acquis sur parcelles, au moins à l'échelle de l'unité morphostructurale.

- un problème d'expérimentation : Les mesures d'infiltration ont pratiquement toujours été réalisées à l'aide de techniques interdisant le ruissellement (Müntz, Pioger...) qui ne tiennent pas compte des réorganisations superficielles et sont donc très éloignées de la réalité physique des phénomènes. Les études sous pluies simulées ont déjà montré que les valeurs d'intensité d'infiltration ne peuvent être déduites de tests infiltrométriques de type Müntz ; en effet, non seulement les valeurs ne sont pas du même ordre de grandeur, mais elles ne correspondent même pas au même classement, les réactions de la surface du sol à l'impact des gouttes de pluie n'étant pas les mêmes que pour l'apport d'une épaisse lame d'eau. Ce sont les réorganisations superficielles provoquées par la pluie qui conditionnent très souvent l'infiltration, particulièrement dans les zones semi arides où les sols pauvres en matière organique, présentent les instabilités structurales les plus fortes.

Méthodologie

Les études ont été menées jusqu'à présent sur d'anciens bassins représentatifs, antérieurement étudiés de façon classique, afin de mettre en relation les résultats des pluies simulées et ceux des bassins. A partir de la cartographie des sols (zone forestière) ou des états de surface (zone soudano-sahélienne) on détermine des sites représentatifs des différents sols (ou état de surface). Chaque

site comporte de 3 à 5 parcelles de manière à tester sur un même sol l'influence de l'hétérogénéité du sol, de la couverture végétale ou des pratiques culturales. Sur chaque parcelle une série de pluies simulées séparées de temps de ressuyage allant de quelques heures à 15 jours permet de chiffrer l'influence de l'état d'humectation du sol sur le ruissellement et l'infiltration. Chaque pluie simulée étant constituée d'une séquence de 5 à 7 intensités différentes (déterminées à partir des caractéristiques des pluies naturelles de la région) on peut étudier l'influence de l'intensité de la pluie sur le ruissellement ou l'infiltration. Sur certains sites des parcelles, préparées spécialement, sont destinées à l'étude de la susceptibilité du sol à la formation de croûtes ou pellicules superficielles ainsi qu'à l'influence des pratiques culturales les plus courantes dans la région sur les pertes en terre. L'évolution de l'humidité du sol, au cours et après la pluie est suivie à l'aide de sondes neutroniques, de dispositifs à chocs thermiques et de tensiomètres.

Le test d'un bassin qui nécessite généralement une quinzaine de parcelles permet donc :

- d'analyser le rôle des différents facteurs influençant le ruissellement, l'infiltration et "l'érosion" (Pluie, sol ou état de surface, état d'humectation du sol, couverture végétale, pratiques culturales etc..) à partir de comparaisons des résultats des différentes parcelles.
- A l'aide des relations entre le ruissellement, la pluie et l'état d'humectation des sols, on arrive à reconstituer de façon très satisfaisante la crue décennale du bassin. En zone forestière on passe directement du résultat du simulateur à celui du bassin. En zone de savane cette reconstitution nécessite, à l'heure actuelle, un calage sur des crues réellement observées. Ce calage nous oblige lorsque les caractéristiques du bassin, particulièrement l'extension des zones cultivées, ont beaucoup changé depuis l'époque de l'étude classique, à refaire cette étude pendant une saison des pluies. Nous espérons cependant, lorsque le nombre de bassins étudiés sera suffisant, arriver, par une analyse en composantes principales, à déterminer quelles sont les caractéristiques des bassins (physiographiques, pédologiques, botaniques etc...) qui influencent cette fonction de calage, ce qui permettrait, là aussi, de passer directement du simulateur au bassin.
- La détermination, à l'aide du simulateur, des caractéristiques hydrodynamiques des différents types de sols ou état de surface, doit permettre de mieux comprendre comment se fait la composition des écoulements des différentes zones d'un bassin et, par là, de mieux cerner les processus de genèse des crues.
- Les modèles mathématiques développés par le service hydrologique donnent des résultats très satisfaisants à condition de pouvoir les caler sur des valeurs réellement observées. Cela suppose souvent plusieurs années d'études de terrain intensives et rend très difficile la transposition de ces modèles à des bassins n'ayant fait l'objet d'aucune étude. Une des voies de recherche les plus importantes du simulateur nous paraît être d'essayer de caler ces modèles uniquement à partir des caractéristiques déterminées à l'aide du simulateur, ce qui réduirait les mesures de terrain à 1 ou 2 mois et permettrait une utilisation beaucoup plus étendue de ces modèles.

Objectifs scientifiques

- Il existe à l'heure actuelle un grand nombre de formules permettant théoriquement de calculer l'infiltration. Il s'avère en réalité que la majeure partie de ces formules, mises au point en laboratoire, sont inapplicables dans la réalité. Le simulateur de pluie, qui permet de maîtriser les caractéristiques de la pluie, couplé à des mesures d'humidité du sol (sondes à neutrons, chocs thermiques, tensiomètres) paraît être un instrument privilégié de l'étude au champ de lois théoriques de l'infiltration et du ressuyage.
- Les analyses physico-chimiques des sols qui sont faites, forestière, sur toutes les parcelles testées avec le simulateur ont déjà permis de mettre en évidence des relations assez étroites entre l'infiltration et certaines caractéristiques des sols (structure, teneur en argile ou en matière organique, etc.). De même en zone de savane la caractérisation des relations entre l'infiltration et les différents états de surface est rendue possible par la multiplication des parcelles testées. Une attention particulière est portée à l'influence des réorganisations superficielles sur l'infiltration que ce soit sous pluies simulées (simulateur) ou, depuis peu, sous lame d'eau (ruisselleur).
- Bien que la longueur des parcelles ne permette pas de prendre en compte le facteur pente, primordial dans les phénomènes d'érosion, le mini-simulateur permet cependant de chiffrer la détachabilité des différents sols et peut donc servir de test à l'érodibilité des sols.
- Le simulateur peut encore être utilisé pour résoudre certains problèmes agronomiques : Régime hydrique des différents types de sols, efficacité des dispositifs destinés à empêcher la formation de pellicules de battance (mulch, toile ombrière...), détermination des intensités limites de ruissellement en fonction de la nature du sol ou de son état d'humectation permettant de maintenir une irrigation par aspersion en dessous du seuil de déclenchement du ruissellement etc...

**Un programme
coordonné**

Afin d'atteindre ces objectifs scientifiques, il est nécessaire de multiplier les expérimentations dans les conditions climatiques les plus variées possibles. C'est pourquoi le test des anciens bassins représentatifs, qui constitue le tronc commun de la majeure partie de ces études, est mené parallèlement en Côte d'Ivoire, Haute Volta, Togo, Niger, Congo et partiellement Cameroun, afin de couvrir au mieux un gradient climatique allant de l'isohyète 2000 mm à l'isohyète 150 mm. Seule la confrontation des résultats des différentes équipes permet de faire évoluer et d'améliorer constamment les protocoles de mesure et d'affiner l'analyse de ces résultats. Cela suppose une circulation rapide des informations qui est assurée par des missions fréquentes dans le cadre du programme de coordination. Certaines études sont cependant plus spécialement dévolues à une équipe : Etude des lois théoriques de l'infiltration au Togo, étude des réorganisations superficielles en Côte d'Ivoire, mais sans qu'il ait pour autant de solution de continuité à l'intérieur du programme qui forme un tout, chaque équipe pouvant s'appuyer sur les résultats des autres pour améliorer, modifier ou corriger ses propres recherches.

Principales références bibliographiques

- ALBERGEL (J.), TOURI (H.) - 1982 - Un nouvel outil pour estimer le ruissellement sur un petit bassin versant : le mini-simulateur de pluie. Expérimentation sur le bassin de BIKHDE. ORSTOM, Ouagadougou, 117 p., 28 fig.
- ALBERGEL (J.) - 1983 - Estimation de la lame ruisselée sur un petit bassin versant à partir des pluies simulées. Notes et documents voltaïques. CHRST Ouagadougou, 14, 1, pp. 16-28.
- ALBERGEL (J.), CASENAVE (A.) - 1984 - Une nouvelle technique d'estimation des crues décennales des petits bassins versants : les études sous pluies simulées. Année Nationale d'Hydraulique Villageoise. Thème II - Ressources en eau. Ouagadougou.
- ASSELIN (J.) - 1981 - Notice Technique. Construction d'un infiltromètre à aspersion. ORSTOM Adiopodoumé, 26 p., 30 fig.
- ASSELIN (J.), VALENTIN (C.) - 1978 - Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XV, 4, pp. 321-349.
- CASENAVE (A.) - 1981 - Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale. Rapport final. CIEH-ORSTOM Adiopodoumé, 59 p., 6 fig.
- CASENAVE (A.) - 1982 - Le mini-simulateur de pluie : conditions d'utilisation et principes de l'interprétation des mesures. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XIX, 4, pp. 207-227.
- CASENAVE (A.) - 1982 - Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. Cah. ORSTOM, sér. hydrol., XIX, 4, pp. 229-252.
- CASENAVE (A.), GUIGUEN (N.) - 1978 - Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale. Détermination des caractéristiques hydrodynamiques de sols forestiers. Campagne 1977 - CIEH-ORSTOM Adiopodoumé, 62 p., 32 fig + annexes.
- CASENAVE (A.), GUIGUEN (N.), SIMON (J.M.) - 1979 - Etude des crues décennales des petits bassins forestiers en Afrique Tropicale. Campagne 1978. CIEH-ORSTOM Adiopodoumé, 51 p., 34 fig. + annexes.
- CHEVALLIER (P.) - 1982 - Simulation de pluie sur deux bassins versants sahéliens (Hare d'Oursi - Haute Volta). Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XIX, 4, pp. 253-297.
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.) - 1979 - Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., XVII (4) : 283-328, 26 fig., 16 tabl., 27 réf..
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.) - 1979 - Un schéma des interrelations hydrodynamiques dans les milieux naturels et cultivés, valorisation des données morphologiques. in : Informatique et Biosphère : actes du Colloque d'Abidjan : 155-177, 5 tabl., 10 fig., 13 réf..
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.) - 1982 - Effects of rainfall intensity and soil surface heterogeneity on steady infiltration rate. XII Cong. Int. de Sci. du Sol, New Delhi, février 82, 10 p., 2 fig., 13 réf..
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.) - 1983 - Field studies on erosion in Western Africa using rainfall simulators. A review of ORSTOM works. Int. Conf. on Soil Erosion and Conservation, 16-22 Janvier 1983, Honolulu (E.U.), poster : 3 tabl., 27 photos, 7 réf..
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.) - 1984 - Evolution of water erosion factors in Western Africa using rainfall simulator. Article soumis à publication en : Int. Symp. on Challenges in African in African Hydrology and Water Resources. HARARE - ZIMBABWE, 23-27 juillet 1984. ORSTOM, Adiopodoumé, 16 p., 6 tabl., 3 fig., 17 réf. biblio., multigr.
- GERAEDTS (J.), CASENAVE (A.), SIMON (J.M.) - 1981 - Etude des caractéristiques hydrodynamiques de sols tropicaux à l'aide d'un simulateur de pluie. ORSTOM, Adiopodoumé, 16 p., 5 fig. + annexes.
- GUINK (J.A.), CASENAVE (A.), SIMON (J.M.) - 1980 - Study of hydrological characteristics of forest soils with the aid of a rain simulator. ORSTOM, Adiopodoumé, 44 p., 20 fig.
- POSS (R.), FORGET (A.), SARAGOH (H.) - 1984 - Quelques propriétés physiques et hydrodynamiques des terres de Barre. Etude des sols de la Station Agronomique de Davié. ORSTOM, Lomé, 32 p., 13 réf., 13 tabl., 17 fig.
- POUYAUD (B.), CHEVALLIER (P.), VALENTIN (C.) - 1980 - Notice d'utilisation de l'humidimètre à chocs thermiques, 16 p.
- RUIZ FIGUEROA (J.F.) - 1983 - Les micro-organismes pelliculaires superficielles formées sous pluie simulée sur des sols ferrallitiques de savane (Centre Nord de la Côte d'Ivoire). Comportement hydrodynamique et mécanique de ces pellicules de battance en relation avec la texture, la couverture du sol, et la levée du riz pluvial. Thèse de Docteur-Ingénieur, soutenue le 9 septembre 1983, à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, 167 p., 21 tabl., 36 fig.
- RUIZ FIGUEROA (J.F.), VALENTIN (C.) - 1983 - Effects of various types of cover on soil detachment by rainfall. 22 p., 4 tabl., 2 fig., 19 réf.. Communication présentée au 3ème Colloque BENELUX sur les processus géomorphologiques, Liège, 12-17 septembre 1983.
- VALENTIN (C.) - 1978 - Problèmes méthodologiques de la simulation de pluies. Application à l'étude de l'érodibilité des sols. in Actes du Colloque : "Erosion agricole des sols en milieu tempéré non méditerranéen". Strasbourg-Colmar, 20-23 septembre 1978. Univ. de Strasbourg-INRA : pp. 117-122., 4 fig., 2 tabl.
- VALENTIN (C.) - 1981 - Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région sub-désertique (Agadez-Niger). Dynamique de formation et conséquences sur l'économie de l'eau. Thèse Doct. 3ème Cycle, Univ. Paris VII, 229 p., 43 fig., 22 tabl., 472 réf., 2 annexes, 67 photos.
- VALENTIN (C.), HUMBEL (F.X.) - 1983 - Water-induced sealing features in an alluvial soil from a sub-desertic area (Agadez-Niger). Int. Col. C.H.R.S. Petrology of weathering and soils. 4-7 juillet, 1983, Paris (France), poster : 3 tabl., 2 fig., 6 photos., 2 réf.
- VALENTIN (C.) - 1983 - Effects of grazing and trampling around recently drilled water holes on soil deterioration in the Sahelian zone. Int. Conf. on Soil Erosion and Conservation, 16-22 Janvier 1983. Honolulu (E.U.), 34 p., 7 fig., 2 tabl., 3 photos, 26 réf. (in press).