

## TECHNIQUES D'ÉTUDE HYDRODYNAMIQUE :

### A. LA SIMULATION DE PLUIE

J. ASSELINE, A. CASENAVE, C. VALENTIN

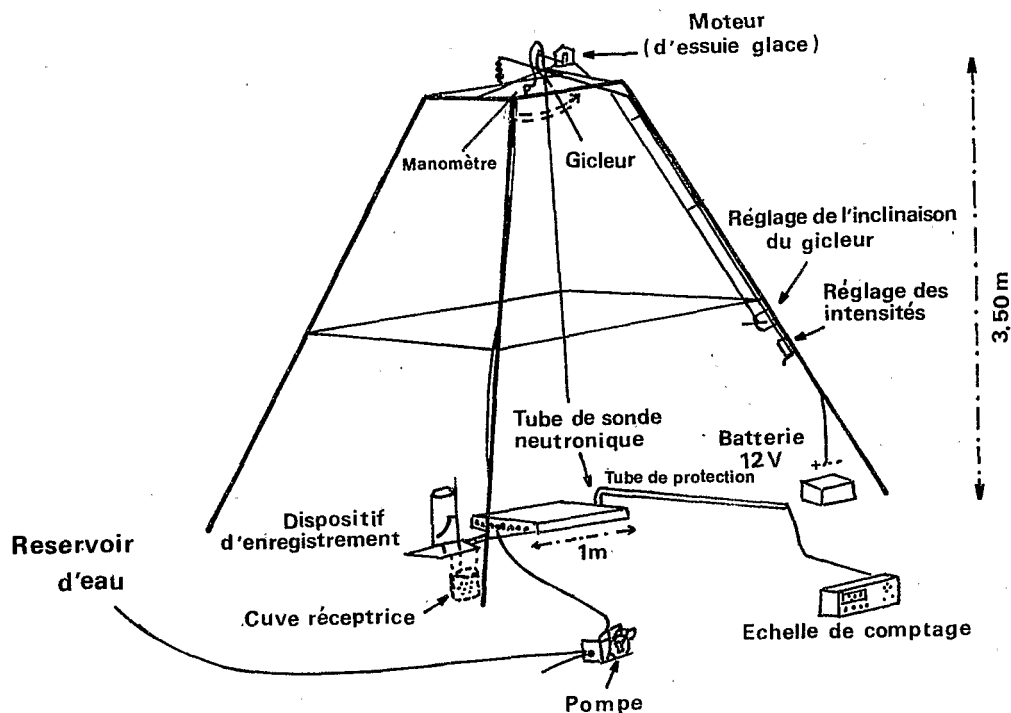
#### *Hydro-Pédologie*

#### I. INTRODUCTION

En 1977, pour répondre à une demande du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques, le laboratoire d'Hydrologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, entreprenait une étude du ruissellement en zone forestière. Un des buts principaux de cette étude était la détermination des caractéristiques hydrodynamiques des différents sols forestiers. Dans les années précédant cette étude, une équipe pluridisciplinaire (Pédologues, Hydrologues, Agronomes) avait utilisé un simulateur de pluie de type SWANSON, pour des mesures principalement orientées vers l'étude de l'infiltration et de l'érosion. Cet appareil lourd demandait de gros moyens. Tirant les enseignements de cette expérience J. ASSELINE mettait au point un nouvel appareil léger, maniable et présentant l'avantage de pouvoir reproduire des intensités de pluie variables sans interruption de l'averse. C'est ce nouvel appareil qui est utilisé dorénavant.

#### II. PRINCIPE DE L'APPAREIL

Le mini-simulateur de pluie est constitué d'un système d'arrosage fixé au sommet d'une tour en forme de tronc de pyramide de 3,7 m de haut (fig. 1). Cette tour permet la fixation d'une bâche destinée à isoler la parcelle de l'action du vent. Le système d'arrosage est constitué d'un gicleur calibré, monté sur un bras mobile et alimenté en eau à débit constant par une motopompe. Un mouvement de balancement est imprimé au gicleur par un moteur. Un système de bras de levier réglable permet en faisant varier l'angle de balancement de modifier la surface arrosée au sol et par là l'intensité sur la parcelle de un mètre carré étudié, dans une gamme comprise entre 30 et 150 mm/h. L'ensemble du mécanisme de balancement est monté sur un axe permettant de centrer le gicleur sur l'axe de la parcelle. Un manomètre, installé au sommet de la tour, permet de contrôler la pression d'admission de l'eau au gicleur et donc la constance du débit.



La parcelle étudiée ( $1 \text{ m}^2$ ) est limitée par un cadre métallique enfoncé dans le sol d'environ 5 cm. La face aval du cadre est percée de trous au ras du sol et est munie d'un canal collecteur qui recueille le ruissellement. Ce canal débouche dans une cuve calibrée de façon à donner une élévation de 1 cm d'eau dans la cuve pour une lame ruisselée de 1 mm. Cette cuve est surmontée d'un limnigraphe à grande vitesse d'avancement qui permet d'enregistrer les volumes ruisselés avec une excellente précision, puisqu'il est possible d'apprécier les temps à 10 secondes près et les lames ruisselées à 0,1 mm près.

Des mesures de l'humidité du sol et de l'infiltration sont faites dans l'anneau de garde de la parcelle soit par des méthodes neutroniques, soit par des prélèvements à la tarière. Un dispositif de mesure de l'humidité par chocs thermiques a également été utilisé à plusieurs reprises.

L'un des problèmes les plus délicats à résoudre lors de la construction d'un simulateur de pluie est l'obtention d'énergies cinétiques proches de celles des pluies naturelles de même intensité. Or celles-ci résultent non seulement de la vitesse d'impact au sol mais aussi de la distribution de la taille des gouttes. Il importe, par conséquent, de choisir un gicleur qui convienne et de déterminer la pression utilisée et la hauteur du jet. Ces différents réglages ont permis d'obtenir des énergies cinétiques qui sont parmi les plus proches des pluies naturelles si l'on compare avec d'autres modèles de simulateur (Figure n° 2).

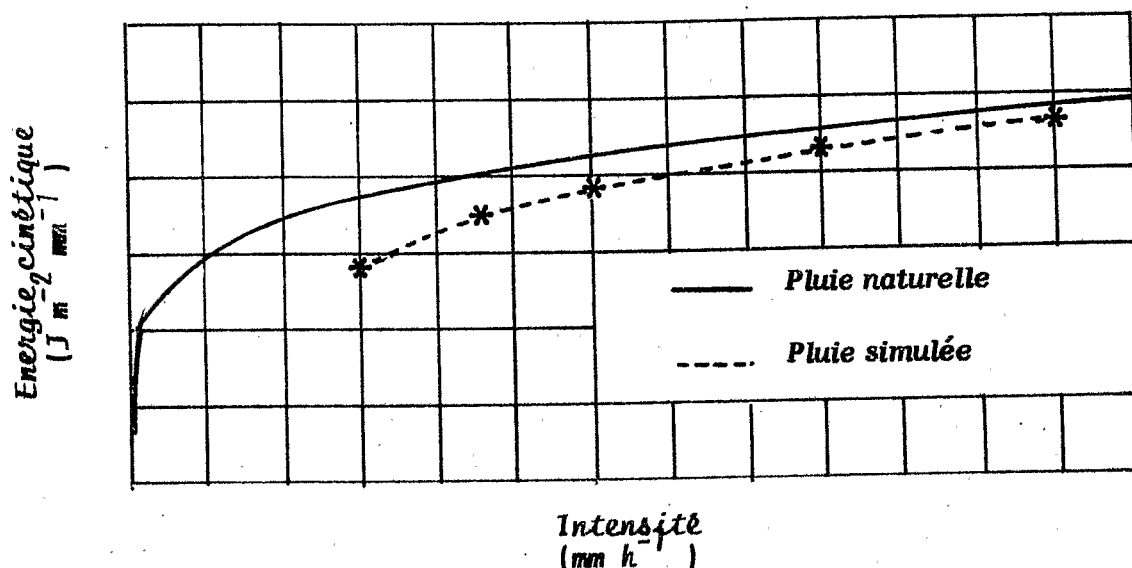


Fig. 2 : Comparaison des énergies cinétiques des pluies naturelles à Abidjan et simulées par l'infiltromètre à aspersion.

### III. INTERET DES ETUDES SOUS PLUIES SIMULEES

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 ;

- 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.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBERGEL (J.), TOUIRI (M.) - 1982 - Un nouvel outil pour estimer le ruissellement sur un petit bassin versant : le mini-simulateur de pluie. Expérimentation sur le bassin de Binndé. 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. CNRST 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 (Mare 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 *in* : Int. Symp. on Challenges 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.
- HUNINK (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.), SARAGONI (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-organisations 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 2ème 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 a alluvial soil from a sub-desertic area (Agadez - Niger). Int. Col. C.N.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).