

PRESENTATION GENERALE DU "PROGRAMME SIMULATEUR"

ET DES PREMIERES TECHNIQUES UTILISEES A L'ORSTOM
(Simulateur de type SWANSON)

J. COLLINET*

Remarque préliminaire

Le terme "Programme de simulation de pluie" est gênant en ce sens qu'il introduit une confusion entre une problématique scientifique et une méthodologie; la simulation de pluie constitue en effet une des méthodes de l'arsenal des dispositifs utilisés pour étudier l'hydrodynamique des sols.

Historique de l'évolution méthodologique

Les études menées actuellement sous pluies simulées constituent le prolongement d'études antérieures menées selon d'autres méthodologies. L'approche expérimentale des études hydrodynamiques a en effet évolué avec la mise au point de dispositifs nouveaux mais aussi avec la combinaison de nouvelles approches scientifiques. En simplifiant les choses on peut dire qu'au début subsistait une certaine incompréhension entre deux disciplines travaillant à très grande échelle (Pédologie) et à très petite échelle (Hydrologie). L'hydrologue demandait par exemple au pédologue un classement sur la susceptibilité au ruissellement des sols différenciés sur un bassin versant, le pédologue consultait la carte pédologique existante et essayait de déduire des données statiques de la légende, souvent exprimées en termes de classification morphogénétique des sols, des données dynamiques, ou encore extrayait des analyses physiques des hypothèses relatives aux mouvements de l'eau ; des campagnes d'infiltrométrie MUNTZ ou PORCHET pouvaient également être menées par l'un ou par l'autre mais l'ensemble des informations se résumait souvent en une classification de textures entre des sols sableux réputés perméables et des sols argileux imperméables, le système n'était donc surtout appréhendé qu'en deux dimensions.

Actuellement, et quelle que soit la conception du système (naturel ou abstrait), le point de rencontre des deux compétences se fait assez souvent en une dimension médiane qui est le versant où la portion de versant où s'identifient souvent les traits majeurs de discontinuité pédologiques, paysagiques etc. et où se manifestent de façon concomitante les modifications importantes de l'hydrodynamique. Il s'est donc établi une polarisation de l'intérêt sur les paramètres de l'hydrodynamique les plus influents, ou supposés tels, en milieu naturel (horizons de comportement en zone humide, organisations superficielles en zone sèche, cycle saisonnier des couverts végétaux etc.) et en milieu cultivé (cycles culturels, techniques agricoles etc.). Pour tester les comportements de ces différentes situations expérimentales, de nombreuses parcelles de ruissellement, d'érosion, de drainage vertical ou oblique ont été installées sous différentes latitudes (Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Niger, Togo, Bénin, Tchad, Tunisie, Guyane, Madagascar etc.) et mises en oeuvre très souvent avec la collaboration de nombreux Instituts de Recherche. Il est ensuite

apparu qu'un progrès pouvait être obtenu en s'affranchissant des aléas des précipitations naturelles par la simulation de pluies, technique qui permet en effet :

- une maîtrise des paramètres pluviométriques (intensité, hauteur, temps de ressuyage)
- une plus grande souplesse dans l'imitation des situations (comportement de l'ensemble des sols d'une toposéquence, structures interceptrices de végétaux vivants ou débris, techniques culturales etc.).

Caractéristiques techniques et données fournies

Le premier appareil utilisé en Côte d'Ivoire est un grand simulateur de pluies dérivé du simulateur de type Swanson (Service de Conservation des Sols et Eaux du Nébraska). Sa construction fut entreprise en 1973, sa première utilisation remonte à 1974. Il arrose à l'aide de 10 bras munis de 30 gicleurs une superficie de 200 m² ; la rotation des bras et le choix des gicleurs permettent d'obtenir au sol une répartition homogène et une énergie connue des gouttes de pluie. A l'intérieur du cercle arrosé sont installées deux parcelles de ruissellement et d'érosion de 50 m², les eaux ruisselées et les matières en suspension collectées par des canaux se déversent dans des cuves calibrées où les vitesses de remplissage sont détectées par des limnigraphes ; ces cuves se vident automatiquement par des électropompes commandées par un système d'interrupteur à flotteur. Les dispositifs et matériels annexes comprennent des motopompes, groupe électrogène, réservoirs d'eau démontables, pluviographes enregistreurs etc. L'ensemble étant transportable (camions, véhicules tout terrain).

Le dépouillement des limnigraphes permet de tracer les hydrogrammes de la pluie, du ruissellement et de l'infiltration (cf. fig. 1). L'hydrogramme des intensités de ruissellement présente généralement quatre phases distinctes :

- 1/ Imbibition pendant laquelle l'intensité potentielle d'infiltration de la parcelle est supérieure en tous points à l'intensité de la pluie, un premier stockage de l'eau se produit dans les dépressions du sol.
- 2/ Régime transitoire. Certaines flaques débordent, l'eau parvient à l'exutoire, l'intensité d'infiltration diminue, la hauteur de la lame d'eau en mouvement augmente, la totalité de la parcelle ruisselle.
- 3/ Régime permanent ; l'infiltration atteint une valeur minimale F_n à laquelle correspond un palier de ruissellement R_x .
- 4/ Vidange. Dès l'arrêt de la pluie se produit une partition entre une poursuite de l'infiltration sur la parcelle et les derniers écoulements récupérés par le canal (détention récupérable D_r).

Les différents termes du bilan s'obtiennent sans difficultés :

- hauteur de pluie cumulée $P(t)$ à laquelle correspond l'intensité de la pluie (I) ,

- lame d'eau ruisselée cumulée $L(t)$ - - - - - $R(t)$
- lame d'eau infiltrée cumulée $W(t)$ - - - - - $F(t)$
- lame d'eau stockée en surface $S(t)$

Les informations fournies par les premières campagnes de 1975 (Burkina Faso) permirent de réaliser une analyse détaillée des différentes phases du ruissellement et proposer une méthode de traitement des données encore utilisée actuellement. Sans entrer dans les détails, il est possible de mettre en évidence toute une série de paramètres décrivant les phases précédentes et les reliant aux principales caractéristiques des sols, parmi ceux-ci, certains sont des constantes permettant donc des comparaisons entre les différents systèmes sol-végétation-(éventuellement) pratiques culturales des différents milieux étudiés (cinétiques de ressuyage, coeff. A caractérisant la parcelle-pente, longueur, rugosité "n" de MANNING, terme $\omega(t)$ de proportion de superficie donnant lieu à l'infiltration) ; d'autres paramètres (Intensité limite de la pluie, Intensités minimales et maximales d'infiltration) n'ont de valeurs comparatives qu'en précisant leurs intervalles de variation.

N.B. : le dispositif permet aussi les prélèvements des charges solides, donc une connaissance des érosions par le biais des débits solides, ce deuxième volet connaît également le même développement que celui des comportements hydrodynamiques (fig. n°2).

Campagnes réalisées

Les données actuelles proviennent de quatre zones climatiques africaines donc d'un grand nombre de types de sols :

- zone sahélienne (1979-1980) : Nord du Burkina Faso (Mare d'Oursi), P.moy. 450 mm, trois sites expérimentaux, et, Sud Niger (B.V. de Galmi) P.moy. 600 mm, quatre sites.

- zone soudano-sahélienne (1975) : Centre-Nord Burkina Faso (lac de Bam) P.moy. 680 mm, sept sites ; Centre Burkina Faso (lac de Loumbila) P.moy. 900 mm, un site.

- zone soudanienne (1976) : Nord Côte d'Ivoire (B.V. de Waraniéné Korhogo) p.moy. 1300 mm, cinq sites.

- zone soudano-guinéenne (1975-1976) : Centre Côte d'Ivoire (B.V. de Sakassou) P.moy. 1400 mm, quatre sites ; Sud Côte d'Ivoire (Adiopodoumé) P.moy. 2000 mm, un site ; Sud-Ouest Côte d'Ivoire (B.V. Audrénisrou-Taï) un site.

La mise en oeuvre de ce grand simulateur fut assurée par une équipe de pédologues et hydrologues "permanents" secondés dans les pays visités par les chercheurs et techniciens en poste (*)

Conclusion : Simulateur SWANSON et (ou) infiltromètre à aspersion

Le grand simulateur de type Swanson n'est plus utilisé depuis 1980, faut-il le regretter ?

En ce qui concerne les études hydrodynamiques, il est apparu que l'infiltromètre à aspersion permettait de répondre aux mêmes questions que celles résolues par le grand simulateur ; une note présentée lors de ces journées apporte la même conclusion dans des zones où les organisations pelliculaires superficielles contrôlent de la même façon l'hydraulicité des sols. Dans les zones humides où les caractéristiques structurales profondes des sols influent plus précisément cette hydraulicité, on pourrait supposer qu'une meilleure information puisse être fournie par des parcelles cinquante fois plus grandes, or l'hétérogénéité de ces sols est telle que les problèmes de positionnement des deux types de parcelle deviennent équivalents.

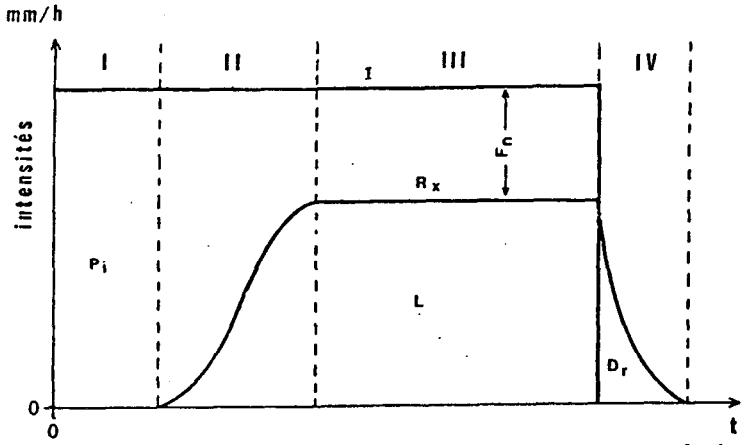
Pour ce qui concerne l'érosion, les parcelles infiltrométriques de 1 m² de superficie ne peuvent pas détecter toutes les composantes de cette érosion hydrique mais il faut avouer que le grand simulateur non plus, tout au moins pouvait-il détecter le début d'autres composantes (abrasion de la lame ruisselante, cisaillement etc.) induites par l'allongement du versant ; il permettait aussi de plus volumineuses et nombreuses prises d'échantillons sans perturber l'enregistrement limnigraphique. Enfin, éventuellement une meilleure imitation des techniques culturales.

En regard de l'importante différence de coût de mise en oeuvre, notamment pour les missions lointaines, et compte tenu de l'infléchissement actuel des programmes, les "performances hydrodynamiques" de l'infiltromètre sont suffisamment intéressantes pour laisser le grand simulateur dans son "cocon".

* J. ASSELINE, A. BEAUDOU, P. CHEVALLIER, J. COLLINET, M. DUBOIS, R. DUMAS, M. HOEPFFNER, P. HARANG, A. LAFFORGUE, Y. PEPIN, B. POUYAUD, E. ROOSE, M. SICOT, C. VALENTIN.

HYDROGRAMME

figure n° 1



TURBIDIGRAMME

minutes

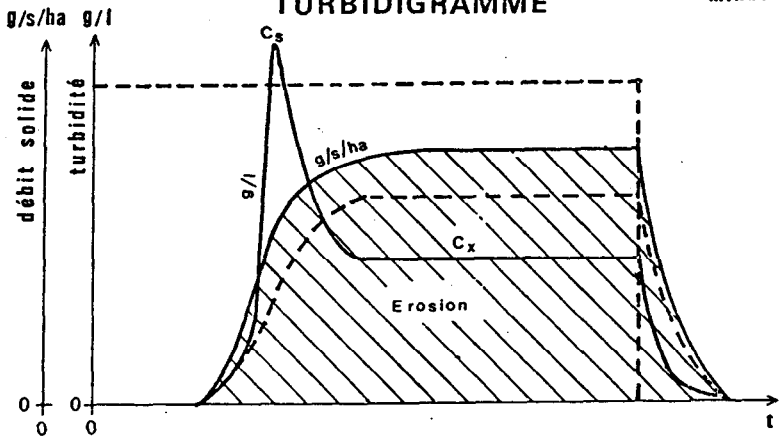


figure n° 2