

LE SIMULATEUR DE PLUIE EN 1997

(Type ORSTOM, Asseline - Valentin)

Adaptations aux zones semi-arides et de montagne

Asseline Jean

Centre ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier

Introduction

Les probabilités de ruissellement de l'eau des pluies, les possibilités d'infiltration de l'eau dans le sol et les risques d'érosion des sols sont des données essentielles que les hommes essaient de comprendre et de mesurer depuis fort longtemps.

Pour cela, bien des méthodes ont été ou sont toujours utilisées comme par exemple, sur le terrain, l'observation empirique des phénomènes, ou l'expérimentation grâce à des parcelles délimitées par des bordures, avec des réservoirs de réception où sont concentrés et mesurés les ruissellements sous pluies naturelles ; ou encore l'utilisation de cadres ou cylindres métalliques, enfoncés à faible profondeur dans le sol, dans lesquels on mesure la vitesse d'infiltration d'un volume connu d'eau. Ces méthodes ont pour nom MUNTZ, puis MUNTZ modifiée par PIOGER, PORCHET, ou encore la méthode VERGIÈRE en laboratoire etc.

Ces techniques de mesure fournissent des informations utiles, et surtout comparatives, mais elles présentent toutes certaines limites plus ou moins contraignantes et, pour la plupart, celle de mesurer un phénomène sous l'effet d'une nappe ou charge d'eau, s'éloignant ainsi des conditions d'infiltration sous pluie naturelle.

Il est évident que pour étudier de manière adéquate les phénomènes induits par la pluie, l'idéal serait de pouvoir reproduire à volonté des événements pluvieux connus et contrôlés, en gérant tous les paramètres, pouvoir les modifier ou les faire varier pour mettre en évidence le rôle de chacun, tout en s'affranchissant du hasard et des caprices de la nature.

La simulation de pluie est une méthode qui tente de répondre à cet objectif. Elle permet d'obtenir sur le terrain, de façon expérimentale, dans un temps relativement court, de nombreuses données mesurées sur le comportement de l'eau en surface et dans le sol sous des averses artificielles effectuées et contrôlées à l'aide d'appareillages que nous appelons simulateurs de pluies.

Dans cet article nous rappellerons rapidement l'origine des techniques de simulation de pluies, leur développement à l'Orstom et les principales améliorations apportées au matériel et à la technique.

Mots clés : simulateur de pluies, pluies simulées, infiltration, ruissellement, détachabilité.

1 Origine de la technique

Il semble que ce soit aux Etats Unis que l'intérêt pour ces techniques se soit développé avec les infiltromètres à aspersion et les simulateurs de pluies.

Mais dans le monde et depuis des décennies, de nombreux simulateurs de pluie ont été élaborés et utilisés, nous n'en citerons que quelques-uns comme par exemple :

- Australie : Kinnel (1974) et Walker (1977) à Cambera, Grierson (1975) dans le Waite South,
- Belgique : Gabriel (1975);
- Etats-Unis : Wiln (1943) dans le Maryland, Ker (1954), Meyer (1955), Meyer et Mc Cune (1958) et Hermsmeier (1963) dans l'Indiana, Bertrand et Parr (1960), Barnes (1957) à l'Université du Wyoming, Mutchler (1963) et Epstien (1966) à l'Université du Maine, Black (1972) à New York, Peterson (1977) dans le Colorado, Lusby (1977) dans le Colorado, l'Arizona et le Montana;
- Israël : Steinhardt (1966) et Rowitz (1972) à l'Université de Rehovot, Morin (1967) à Emek ;
- Nouvelle Zélande : Selby (1970);
- Ouganda : Ross (1960);
- Royaume Uni : Nassif (1975) à l'Université Salford Lancashire.

Cette énumération est très restrictive, on pourrait en citer beaucoup d'autres.

2 Développement de la simulation de pluie à l'ORSTOM

2.1 Le simulateur de pluie modèle adapté de Swanson.

C'est sur la base du modèle de Swanson (Nebraska, 1965), que l'ORSTOM (E.J. Roose, J-M. Bouchez, puis J. Asseline), a construit en Côte d'Ivoire en 1972 un appareil ayant l'avantage de simuler des pluies sur des parcelles de 50 m² sur 10 m de long, ce qui permet d'observer les effets d'un commencement d'organisation du ruissellement tout au long de la parcelle. Pendant six ans, de nombreuses études ont été réalisées avec ce simulateur dans une zone climatique qui s'étend d'Abidjan (Côte d'Ivoire, 1800 mm de pluie par an) jusqu'à la zone pré-saharienne (Burkina-Faso et Niger, 200 mm) ; y ont participé les chercheurs et les techniciens suivants : E.J. Roose, J. Collinet, C. Valentin, A. Lafforgue, E. Naah, M. Hoepffner, P. Harang, Y. Pépin et J. Asseline.

Les résultats de ces importants travaux en simulation de pluie font toujours référence dans les milieux de la recherche francophone.

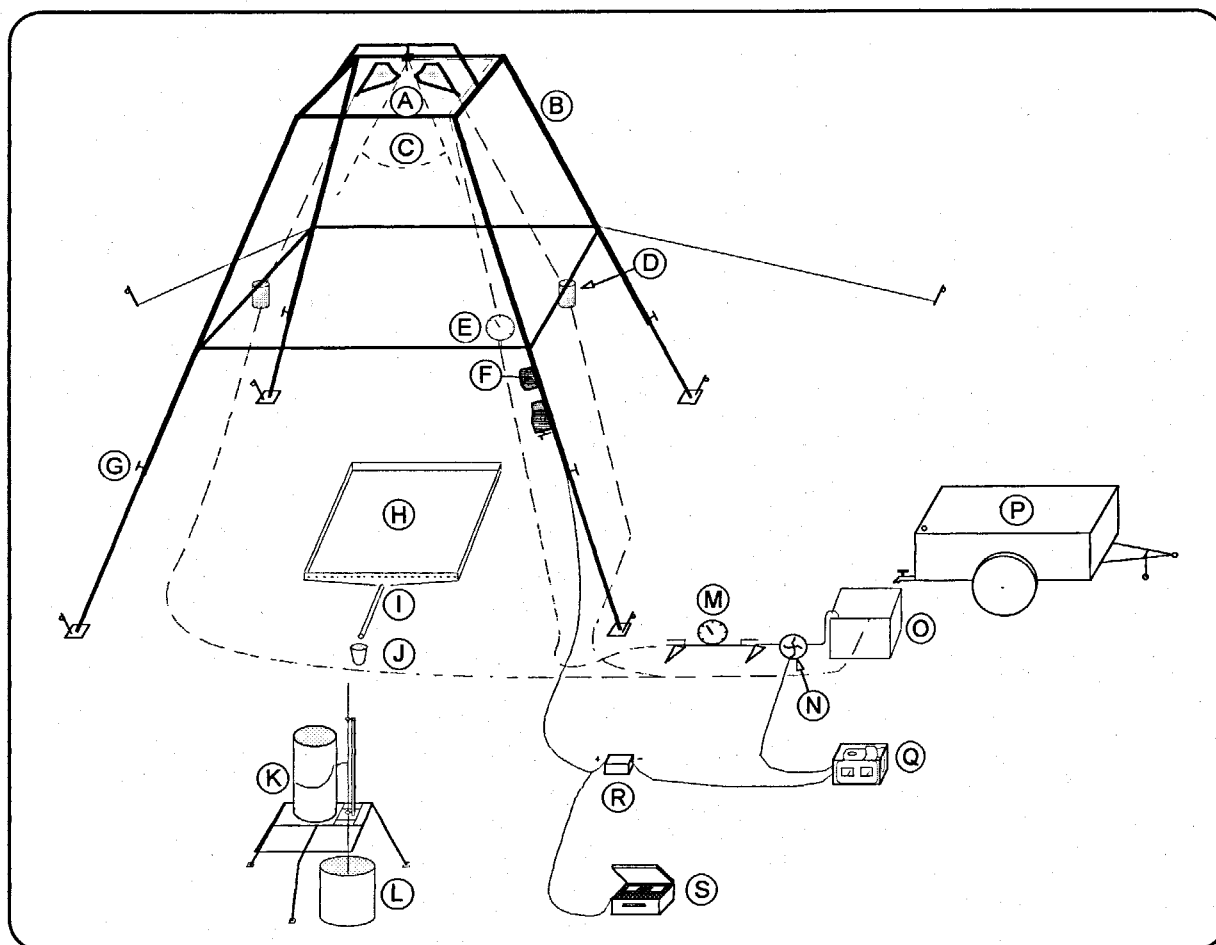
Le poids de cet appareil et son coût élevé de transport, d'installation et de fonctionnement nous ont conduit à concevoir un modèle moins onéreux, permettant une plus grande mobilité et non limité à seulement 4 intensités fixes de pluies.

2.2 Le mini simulateur de pluie ORSTOM.

En 1976, nous avons élaboré à Abidjan un **mini simulateur de pluie léger**, d'un coût beaucoup moins élevé et d'une grande mobilité. La première version permettait de travailler avec une gamme d'intensités comprises entre 37 et 150 mm/h. (Asseline-Valentin 1978)

Depuis, l'appareil a subi plusieurs modifications afin d'obtenir des intensités moindres, de diminuer la consommation d'eau et de s'adapter à presque tous les terrains (J. Asseline, N. Guiguen, A. Casenave, A. Bernard). L'objet de cette note est de rappeler les performances actuelles de cet appareil ainsi que les principales modifications qui lui ont été apportées pour réduire sa consommation en eau et l'adapter aux conditions semi arides et de montagne..

3 Description sommaire du mini simulateur de pluie ORSTOM.



- A - Tête de l'asperseur, 2 versions, mécanique ou électronique,
- avec un système de récupération et de recyclage de l'eau excédentaire,
- B - structure de la tour supportant l'ensemble du dispositif et la bâche coupe vent,
- C - angle d'aspersion maximal, déterminé par le réglage d'écartement des récupérateurs,
- D - vases intermédiaires des récupérateurs recycleurs, facilitant le transfert d'eau,
- E - manomètre (0-1 bar) pour le contrôle de la pression de l'eau (0.5 bar),
- F - systèmes de réglages de l'intensité de pluie et centrage du jet, pour la version mécanique,
- G - 4 pieds télescopiques réglables en fonction de la pente du terrain,
- H - cadre métallique avec canal d'écoulement délimitant la parcelle d'étude,
- I - tube collecteur de ruissellement vers le système de mesure et d'enregistrement,
- J - bocaux ou flacons pour échantillonnages afin de mesurer la charge du ruissellement,
- K, L - limnigraphe et cuve de réception,
- M - jeu de vannes et manomètre (0 - 2 bars) pour contrôler le débit et la pression de l'eau,
- N - électropompe,
- O - réservoir intermédiaire, réserve d'eau et retour de l'eau des récupérateurs,
- P - citerne mobile pour l'approvisionnement en eau (500 à 1000 litres),
- Q - groupe électrogène (12 et 220 volts, 1500 watts),
- R - batterie d'accumulateurs alimentant le moteur de la tête de l'asperseur (12 volts 40 Ah),
- S - mallette de commande et contrôle de la tête version électronique.

4 Evolution du matériel :

Depuis sa mise au point en Côte d'Ivoire, en 1975, le simulateur de pluie a subi différentes modifications. En 1997 le principe de fonctionnement de l'appareil est toujours le même et la technique largement utilisée dans les années passées reste d'actualité.

Le modèle actuel, dans ses deux versions (tête mécanique ou électronique) permet de travailler avec des intensités comprises entre 8 et 145 mm/h dans le premier cas, et entre 19 et 145 mm/h avec la tête électronique, avec la possibilité de changer d'intensité à n'importe quel moment, sans arrêt du simulateur pendant le déroulement de l'expérience.

Toutes les modifications qui ont été apportées visent à élargir les champs d'application et à faciliter l'utilisation de la technique, nous présentons brièvement ici les évolutions les plus marquantes.

4.1 - La partie tête de l'aspersion (A) :

4.1.1 Version mécanique :

En 1984 la tête de l'aspersion a été équipée d'un entraînement par friction du bras supportant le gicleur et d'engrenages offrant une meilleure démultiplication du mouvement. Cette modification a permis d'abaisser fortement les intensités minimales réalisables avec le simulateur de pluie, passant d'une trentaine à une dizaine de mm/heure, tout en conservant les fortes intensités, jusqu'à 145 mm/h.

L'ancien constructeur, les établissements Bouby à Valence sur Baïze ayant définitivement fermé nous sommes en négociation avec un nouvel atelier près de Montpellier pour la fabrication de la tête mécanique. Il s'agit de la Sarl Fernandez (zac Saint Antoine, B.P. 5, 34130 Saint Aunes) le prix restera voisin de dix mille francs.

4.1.2 Version électronique :

Depuis 1986 une version électronique a été mise au point par l'Orstom et la société Languedoc Systèmes. L'objectif affiché lors de la conception de cette version électronique, qui était d'obtenir un système plus précis, plus simple au montage et à l'utilisation, a été largement atteint, l'électronique offre un confort d'utilisation certain et permet en plus la programmation de séquences de pluies ; par contre l'abaissement vers les faibles intensités est décevant.

Cette version améliorée est actuellement commercialisée par la société DELTALAB (38340 Voreppe France, tel. (33) 04 76 50 04 54, fax. 04 76 56 74 36) sous la référence "Système d'aspersion EID330", une offre de prix datée du 18 juin 1997 mentionne une valeur de 58 490 F hors taxe, soit 70538 Francs français ! Même en négociant une remise conséquente ce prix nous paraît considérable.

4.1.3 Comparaison des versions mécanique et électronique :

Tête mécanique :

Avantages :

- Une plus large gamme d'intensités, 10 à 145, les faibles intensités sont plus proches des conditions naturelles car les grosses gouttes sont en partie éliminées à l'extérieur de la zone de mesure du fait de l'accélération de la vitesse de passage du gicleur et ceci tout en conservant la même fréquence de balayage,
- la mécanique est réparable par tout bon technicien,
- son coût reste abordable, voisin de dix mille Francs.

Défauts :

- Relative fragilité de l'appareillage du fait de pièces mécaniques complexes,
- montage et emploi nécessitant davantage de soin et d'attention,
- moindre précision dans les réglages aux très faibles intensités, ceci est dû à l'usure des pièces et au système mécanique de commande.

Tête électronique :

Avantages :

- fiable et d'utilisation très simplifiée,
- programmable, une dizaine d'intensités peuvent être prédéterminées sur 90 minutes.
- permet également l'asservissement des vannes distribuant l'eau.

Défauts :

- très chère (5 à 6 fois plus),
- seuil inférieur des faibles intensités limité à 19 mm/h (toujours avec le même gicleur Quick Veejet 6560), (Spraying Systems Emani, 77, avenue Aristide Briand, 94118 Arcueil Cedex, tel. 01 49 08 96 16).
- balayage très intermittent lors des faibles intensités.
- en cas de panne le retour au fabricant est presque inévitable.

En tant qu'utilisateur des deux versions, hormis le problème du coût nous conseillons néanmoins cette dernière version électronique pour le gain de fiabilité qu'elle présente au niveau de la répétitivité des événements pluvieux et de sa facilité d'emploi.

4.2 Récupérateurs recycleurs de l'eau excédentaire (A et D) :

Quelque soit l'intensité de la pluie simulée, le débit du gicleur reste le même, environ 450 litres à l'heure, alors que le volume d'eau nécessaire à l'irrigation d'une surface donnée est proportionnel à l'intensité appliquée.

- Avant 1984 les excédents d'eau, correspondant au débit total du gicleur pendant la pluie moins le volume d'eau nécessaire à la pluie sur la surface donnée, étaient perdus ; cette eau s'écoulait le long de la bâche de protection, créant ainsi une consommation inutile et polluait la zone proche de la parcelle d'étude.

- Dès 1984 nous proposons un système de récupération et de recyclage de l'eau excédentaire, il s'agissait de deux pans de toile et de gouttières permettant de recueillir une partie de l'eau n'intéressant pas la zone d'étude, ce système était déjà un progrès mais peu pratique à positionner et n'éliminant pas les quelques éclaboussures sur la partie haute de la bâche.

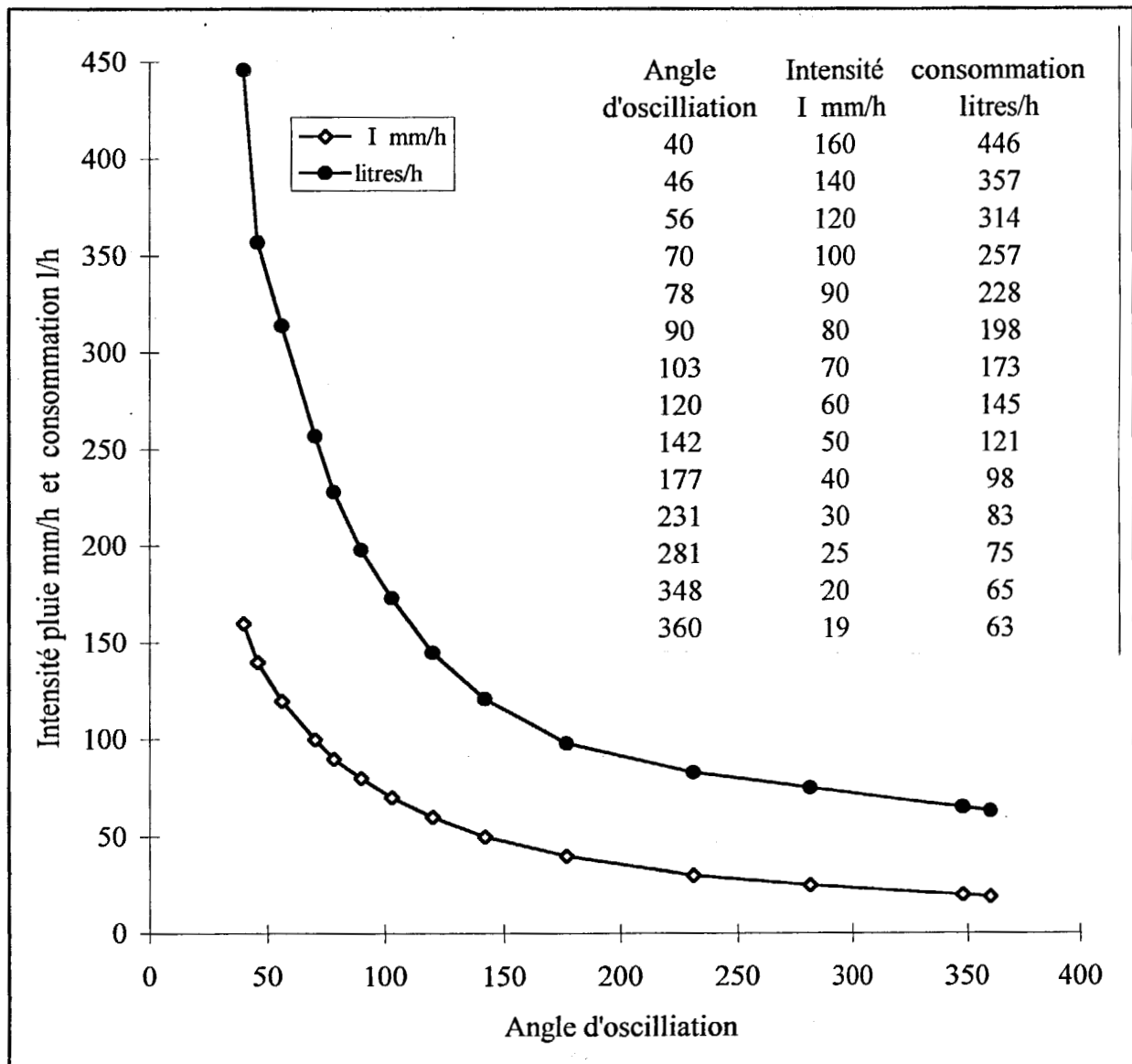
- En 1988 un nouveau modèle de récupérateurs venait remplacer l'ancien. Ce modèle est actuellement utilisé sur nos appareils, il s'agit de deux boîtiers métalliques en forme d'entonnoirs placés sur la tête de l'asperseur. Chacun des deux "entonnoirs-récupérateurs" est équipé d'une bordure très fine et tranchante qui vient se placer à moins d'un centimètre du passage du gicleur. Ce dispositif tranchant permet d'éviter les éclaboussures lors du passage du jet d'eau. L'écartement, réglable, laissé entre ces deux récupérateurs permet de jouer sur la surface mouillée au sol. Avec un angle d'ouverture positionné à 37 degrés on obtient une zone d'arrosage d'environ 4 m².

-Les récupérateurs s'adaptent sur les deux versions des têtes d'aspersion. La société Fernandez, citée précédemment, proposera très prochainement ce matériel à la vente.

Grâce à ces récupérateurs qui permettent de recycler l'eau excédentaire les quantités d'eau nécessaires pour effectuer une averse vont diminuer proportionnellement à l'intensité de pluie appliquée. Cette variation est importante puisqu'elle va d'une consommation minimale de 65

litres à l'heure jusqu'à 450 litres à l'heure selon l'intensité de pluie choisie. A titre d'exemple, la consommation est de 145 l/h à 60 mm/h et de 198 l/h pour une intensité de 90 mm/h.

Intensité de pluie et consommation en eau en fonction de l'angle d'oscillation du gicleur



4.3 Armature de l'appareil (B et G) :

4.3.1 Quatre pieds télescopiques :

L'utilisation du mini-simulateur de pluie sur de fortes pentes, en zone de montagne par exemple, a nécessité différentes modifications sur l'armature de l'appareil (la tour), les quatre pieds sont télescopiques avec de grands débattements. Ces pieds sont asymétriques : les deux pieds arrière (vers le haut de la pente) en position d'extension maximale sont plus courts et les deux pieds avant (vers l'aval) sont nettement plus longs. Pour que la tour de l'appareil se trouve en position horizontale sur un sol sans pente, les pieds avant doivent être presque

entièrement rentrés, soit réglés au plus court et les pieds arrière presque totalement déployés, soit réglés au plus long. Ce système permet de pouvoir travailler sans problème sur des pentes pouvant atteindre 50 %. La possibilité de pouvoir travailler sur de très fortes pentes ne doit pas faire oublier les difficultés qu'un tel relief entraîne, particulièrement en ce qui concerne l'approvisionnement en eau ainsi que le déplacement de l'appareil par le personnel qui doit le porter lors des déplacements.

Constructeur: So.Tec.So. Mo. 858, rue de la Castelle, 34070 Montpellier.

Tel. 04 67 42 34 55. Télécopie : 04 67 42 34 55. Prix indicatif environ 6000 F. HT.

4.3.2 Fixation de la tête de l'asperseur :

Une autre modification facilite beaucoup le centrage de la zone d'arrosage sur la parcelle, cette opération peut se révéler malaisée sur forte pente, c'est pourquoi le point d'encrage de la tête de l'asperseur en haut de la tour a été modifié. Que la tête soit mécanique ou électronique, son point d'attache sur la tour se compose d'un cardan, ce dernier permet l'orientation en quatre directions de l'axe d'arrosage, avant, arrière, droite et gauche. Ainsi la mise au point précise du centrage de la zone arrosée peut s'effectuer facilement et manuellement, au début de la séance de contrôle des intensités.

4.3.3 La bâche de protection contre le vent :

Cette bâche qui recouvre la tour est indispensable pour isoler le simulateur de pluie des effets perturbateurs du vent. Elle est fabriquée par un atelier de voilerie de bateaux avec du tissu de polyamide (55 g/m²). Ce produit léger, particulièrement résistant et largement utilisé pour la fabrication des spinnakers, convient très bien pour cette nouvelle utilisation. (Voilerie Bégot, 19, boulevard Foch 34140 Mèze, tél. 04 67 43 74 19, prix en 97 : 4000 Francs hors taxe).

4.4 Cadres parcelles (H) :

Sur les cadres métalliques d'un mètre carré qui servent de parcelles, la ligne d'orifices permettant au ruissellement de s'évacuer dans le petit canal collecteur a été remplacée par une fente d'environ 1cm de hauteur sur toute la largeur de la parcelle, cette fente est seulement entrecoupée de trois petits renforts. Ce type de cadre convient bien aux sols ayant peu de micro relief comme certains sols nus ou prairies ou bien à des surfaces de sol particulièrement finement préparées pour un ruissellement maximal.

E.Roose préconise l'utilisation de cadres avec, pour l'évacuation du ruissellement, une série de fentes verticales sur 3 ou 4 cm de hauteur, avant l'enfoncement du cadre dans le sol les fentes sont totalement fermées à l'aide d'une bande adhésive suffisamment large. Une fois le cadre en place et la surface du sol préparée selon le protocole retenu, les parties visibles des fentes (vues du côté intérieur de la parcelle) sont rouvertes à l'aide d'un cutter en fonction du niveau réel du sol. Si une motte ou une surélévation du sol masque des fentes celles ci ne seront pas rouvertes, ainsi ne sera pas créé artificiellement de points favorisant un supplément d'érosion.

Ce type de cadre est particulièrement conseillé pour les cas d'expérimentation sur des surfaces à fort micro relief comme par exemple les sols labourés ou motteux mais peuvent être utilisés dans la plupart des situations à pente faible ou moyenne.

Une autre modification concernant les cadres s'est imposée avec la pratique d'expérimentations en zones montagneuses, c'est la possibilité d'orienter les bordures supérieures et inférieures de la parcelle par rapport à la verticale. Sur une forte pente un cadre classique offre en amont une zone d'ombre non arrosée et en aval la pluie tombe directement

dans le canal de ruissellement, la modification proposée diminue fortement cet inconvénient. A partir de 15 à 20 % de déclivité il est fort recommandé d'employer ce système.
Constructeur : So.Tec.So. Mo. Prix indicatif de 1500 à 2000 F. HT. Suivant le modèle.

4.5. Le cadre pluviométrique de contrôle des intensités :

Ce cadre d'un mètre carré qu'on pose sur la parcelle lors des tests d'intensité est muni de supports lui permettant de bien se positionner et de ne pas glisser sur forte pente, de plus il lui est toujours adjoint un grillage fin ou une toile moustiquaire tendue par un léger cadre à 1 ou 2 cm du fond afin de supprimer l'effet "splash" des gouttes de pluie. Ce rejaillissement des gouttes de pluie est important sur une surface dure comme celle que présente la tôle d'acier, ne pas utiliser de filtre brisant leur énergie entraîne une erreur de mesure pouvant atteindre 4 à 8 % suivant l'intensité de pluie testée. A défaut de toile moustiquaire un fin paillage du bac et de la zone de garde donne le même résultat.
Constructeur : So.Tec.So. Mo., prix indicatif 1200 F. HT.

4.6 Système d'alimentation en eau et courant électrique (N, Q, R) :

La mise en pression de l'eau alimentant le gicleur est assurée par une pompe électrique elle même alimentée par un petit groupe électrogène. Ce montage permet d'obtenir une pression de l'eau beaucoup plus constante qu'à l'aide d'une pompe entraînée par un moteur thermique. De plus, la présence du groupe électrogène permet la recharge de la batterie d'accumulateurs alimentant la tête d'aspersion ainsi que l'usage de lumière ou d'éventuels autres appareillages électriques.

4.7 Système de mesure du ruissellement :

C'est à ce niveau que l'évolution de la méthode s'est le plus diversifiée.

- A l'origine nous utilisons un limnigraphe AOTT VIII de laboratoire (Hem 20.000.01), cet appareil, un peu encombrant, car non prévu pour le terrain, une fois adapté sur un support à trois pieds, donnait d'excellents enregistrements sur papier de grand format (35 * 58 cm, A. Ott460RK35) mais malheureusement il n'est plus commercialisé.

D'autres limnigraphes avec enregistrement sur papier ont été utilisés, après quelques modifications et adaptations, par exemple le limnigraphe AOTT R 16 à mouvement mécanique de 128 mn (OK 11 FR/2), roue 32, rotation 32 mn, papier NR400R23; ou encore le limnigraphe SEBA, type ALPHA, avec mouvement d'horlogerie électrique à rotation de 38.4 cm heure, modifié au niveau transmission du flotteur.

(OTT France, 174, rue de la République, 92817 Puteaux Cedex, tél. 01 41 45 02 45, Fax 01 41 45 02 50. SEBA, représenté par TUBAFOR, 425, rue de la Martinoise, BP 96, 59393 Wattrelos cedex, tél. 03 20 26 24 32).

- L'essentiel pour ce type d'appareil est d'obtenir une précision au minimum égale au mm en élévation du niveau d'eau et une vitesse de rotation du tambour suffisamment rapide (de l'ordre de un tour en 30 à 60 minutes).

Nous conseillons d'y adjoindre une cuve de réception du ruissellement de préférence ronde car moins déformable, d'une surface d'un dixième de mètre carré permettant ainsi d'obtenir une élévation du flotteur d'un centimètre pour un millimètre d'eau ruisselé depuis une surface d'un mètre carré.

Depuis une dizaine d'années, grâce à l'électronique et à l'informatique, les limnigraphes utilisés en hydrologie classique sont peu à peu remplacés par des appareils utilisant largement ces nouvelles technologies.

Le flotteur qui permet de capter l'élévation du niveau d'eau est remplacé par une sonde immergée au fond du cours d'eau, cette sonde est munie d'un capteur piezo-résistif qui mesure la pression hydrostatique du fluide par rapport à la pression atmosphérique. Un microprocesseur réalise le traitement de compensation en température et de mise à l'échelle de l'information du capteur. Le microprocesseur transmet la hauteur et la température de l'eau sur une liaison filaire numérique à une centrale d'enregistrement.

L'information peut être stockée sur une cartouche de mémoire statique non volatile (EPROM) ou directement sur le disque d'un micro ordinateur portable.

L'emploi de ces nouvelles techniques qui nous semblent prometteuses pour le simulateur de pluies se heurtait au fait que la plage de précision des capteurs n'était pas assez fine. Les sondes prévues initialement pour mesurer des variations de niveau de plusieurs mètres voir dizaines de mètres ne permettaient pas d'obtenir de données valables au-dessous du centimètre. De nouvelles générations de capteurs permettent une meilleure précision mais guère supérieure à plusieurs millimètres. Une équipe de l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL HYDRAM) utilise une sonde VEGA reliée à un module d'acquisition autonome Madd-2 +ADU. Messieurs Wim Feen et C. Joerin sont satisfaits de ce système, mais le coût est à prendre en considération : sonde 2500 FS, Madd-2+ Adu 4300, cassette mémoire 500, logiciel Visual Madd 3370 soit un total de 10670 FS soit environ 42000 FF. Il ne fait pas de doute que le matériel actuellement sur le marché évolue rapidement et gagne en précision.

(EPFL : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, GR-Ecublens, CH- 1015 Lausanne. Sonde VEGA : Vega Grieshaber GmbH & Co Am Hohenstein 113, Postfach 11 42 . 7622 Schiltach / Schwarzwald. Module d'acquisition Madd-2, Etrelec 1030 Bussigny près Lausanne tel. 021 701 50 27).

Des essais de fiabilité sont en cours à l'ORSTOM au Sénégal (A. Bernard) avec un capteur de pression Keller et une centrale d'acquisition Cambell.

Une autre technique nous paraît prometteuse, c'est l'utilisation d'un capteur de déplacement à effet magnétostrictif offrant une précision de 0.05 % de la hauteur concernée soit 0.2 mm pour 40 cm (FGP Instrumentation). Il s'agit d'un anneau magnétique coulissant librement sur une tige qui capte son déplacement, une simple adaptation de cet anneau sur un flotteur, la tige étant placée verticalement dans une cuve tarée permet d'enregistrer directement les fluctuations de niveau d'eau. Des essais de validation adaptée à nos besoins sont prévus au laboratoire des sols cultivés de l'ORSTOM à Montpellier.

L'enregistrement peut se faire directement sur un PC portable avec un module de mesure et d'acquisition de données connecté sur le port parallèle, ou sur un module à mémoire qui peut lui même être équipé d'un écran de visualisation, (Multipower).

Dans le cas de difficultés budgétaires toutes ces méthodes d'enregistrement, plus ou moins sophistiquées, peuvent être remplacées par une mesure manuelle de l'écoulement. A l'aide d'éprouvettes et d'un chronomètre, à des pas de temps prédéterminés (chaque minute par exemple) on effectue un prélèvement durant un temps précis (10, 15, 20 ou 30 secondes, selon le débit), un certain nombre de ces prélèvements peuvent être conservés pour déterminer au laboratoire les charges solides entraînées.

Cette méthode manuelle et rudimentaire a pour autres avantages que celui de son faible coût de nécessiter une attention constante des utilisateurs et d'être didactique, ceci est intéressant lors de la formation de nouveaux praticiens et évite bien des surprises que l'on découvre parfois à posteriori sur des enregistrements automatiques.

Conclusions :

Notre mini-simulateur de pluie permet d'étudier expérimentalement la dynamique d'infiltration des sols sous la pluie artificielle et d'effectuer des prévisions sur le ruissellement ainsi que d'obtenir des informations sur la stabilité structurale et évaluation de la détachabilité, cette dernière alimentant l'érosion.

Pour une précision semblable des résultats obtenus, en fonction des moyens dont on dispose, deux versions de l'appareil se présentent :

- une version simplifiée avec la tête mécanique et les mesures de ruissellement effectuées manuellement et,
- une version plus perfectionnée avec tête électronique et système d'enregistrement automatique, plus confortable d'usage.

Les conditions d'utilisation optimales se rencontrent avec les intensités de 20 à 120 mm/h sur des pentes comprises entre 1 et 20 pour cent.

Bibliographie :

ASSELIN J., VALENTIN C., 1978 - Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., 15 (4), 321-349.

ASSELIN J., 1984 - Particularités du nouvel infiltromètre à aspersion construit à Gabès. Direction des sols, Tunis, multig., 16 p.

ASSELIN J., 1988 - El simulador de lluvias : una herramienta para la caracterización hidrodinámica de los suelos. XXI congreso nacional de la ciencia del suelo. Cd. Juarez, Chihuahua, 8-11 de noviembre 1988, Instituto de Ecología, Mexico, 16 p.

ASSELIN J., CUSTODE E., DE NONI G., LOPEZ A., LOPEZ C., TRUJILLO G., VIENNOT M., 1993 - La simulación de lluvia, metodología y prácticas, 66 p. anexos. ORSTOM - MAG Quito Equateur.

AUDRY P. COMBEAU A., HUMBEL F.X., ROOSE E., VIZIER J.F., 1973, Bulletin n° 2 du groupe de travail sur la dynamique actuelle des sols. Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. Définition, méthodologie, techniques, limitations actuelles. ORSTOM Paris, 126 p. plus annexes.

BERTRAND A. R., PARR J.F. 1960 - development of portable sprinkling infiltrometer. 7^{ème} Congrès inter. Sci. Du sol. Madison, Wisc., USA, VI, 4, 433-440.

BRYAN R.B., 1970 - An improved rain simulator for use erosion research. Canadian Research of Earth sciences, 7, 1552-1561.

PIOGER R., 1952 - mesures d'infiltration sur le terrain. Interprétation des résultats. E.N.A., Grignon, 37 p. ronéo.

SANCHEZ COHEN I., 1987 - Uso de simuladores de lluvia como herramienta en estudios de agricultura de temporal. PRONOPA, SARH Gomez Palacio Mecico. Seminarios técnicos Vol. 4, num. 4, 85-114, plus annexes.

SWANSON N.P., 1965. Rotating boom rainfall simulator. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng., Vol. 8, N. 1, 71-72.

Wierda A. & VEEN A.W.L., 1992 - A rainfall simulator. Study of infiltration into arable soils. Agr. Water manag., Vol. 21, 1992, 119-135.