

APPORT DE L'INFILTROMETRE A ASPERSION  
POUR L'EVALUATION DES RESSOURCES  
EN SOL DES ZONES SOUDANO-SAHELIENNES  
DU CAMEROUN

---

Par R. PONTANIER\*, H. MOUKOURI-KUOH\*\*, R. SAYOL\*\*\*  
L. SEYNI-BOUKAR\*\* et B. THEBE\*\*\*

---

AVANT PROPOS

Cet article présente une partie des résultats obtenus par une équipe pluridisciplinaire, ayant mis en oeuvre un infiltromètre à aspersion type ASSELINE-VALENTIN (1978) dans la province de l'extrême Nord du Cameroun. Ce travail a déjà fait l'objet d'un rapport intermédiaire (PONTANIER et al 1984), d'une note technique (THEBE et al 1984) et d'une note de réflexion concernant la problématique, (PONTANIER MOUKOURI-KUOH 1981). Pour l'instant l'ensemble des données n'étant pas encore totalement exploité, en particulier les aspects purement hydrologiques concernant les déclenchements du ruissellement et les transferts d'échelles de la mini-parcelle au champ et enfin du bassin versant ou au système écologique, ce papier montre comment cette méthode d'investigation assez récente, permet d'apporter une amélioration dans l'évaluation des ressources en sols de la zone semi-aride camerounaise.

\* ORSTOM (Montpellier, Yaoundé)

\*\* Centre National des Sols de l'Institut de la Recherche Agronomique au Cameroun.

\*\*\* Mission ORSTOM au Cameroun.

## I LA PROBLEMATIQUE

La province de l'extrême Nord est constituée par des montagnes culminant souvent au-delà de 1 000 m, des plateaux d'altitude situés entre 800 et 1 000 m, et au pied des montagnes par des ensembles de glacis, de plaines de piedmont et alluviales qui représentent l'essentiel des paysages. La pluviosité moyenne de la région se situe entre les isohyètes interannuelles de 500 et 1 000 mm. Les habitants de ces zones relativement peuplées vivent principalement de l'agriculture et de l'élevage.

Le passé : Autrefois, la gestion de ce territoire était la suivante : les habitants des zones montagneuses, très peuplées, pratiquaient une agriculture intensive de saison des pluies en utilisant de façon remarquable, sur des pentes, les principes de conservation des eaux et du sol ; celle-ci permettait, complétée par un petit élevage, une relative autosuffisance alimentaire, malgré des rendements très médiocres (cultures en terrasses). Les plaines et les plateaux étaient réservés à un élevage extensif à base de bovins, avec pratique du feu de brousse, associé à des cultures vivrières de case, et des cultures intensives de fin de saison des pluies et de début de saison sèche dans des zones appropriées à ces spéculations (muskouari dans des zones inondables et les bas-fonds alluviaux par exemple).

Le présent : Or, depuis quelques décennies, avec l'augmentation de la population (taux de croissance 1,5%), le désir des populations montagnardes de se rapprocher des zones urbaines et des plaines où elles trouvent une qualité de vie meilleure, le développement des cultures spéculatives (coton en particulier), et avec l'impossibilité technique et financière de développer, une agriculture montagnarde rentable on assiste à une désorganisation de cette gestion traditionnelle de l'espace rural. Celle-ci se traduit par :

- un abandon progressif (fortement avancé dans certaines zones) des terroirs montagnards ;
- une pression accrue sur les plaines et les plateaux de façon souvent anarchique ;
- une utilisation souvent inappropriée des terres, ou considérée comme telle, à certains types de culture ; en effet les meilleures terres sont en général depuis longtemps occupées par les cultures cotonnières ou vivrières, et les migrants sont le plus souvent obligés de défricher et de s'installer sur des terres médiocres ;
- un appauvrissement des sols ; poussés par un désir légitime de profit immédiat, les nouveaux arrivants n'investissent plus dans l'aménagement d'un nouveau terroir (fertilisation, amendement, essences de protection et d'ombrage, maîtrise de l'eau etc;) ; très vite, ils abandonnent les terres défrichées après les avoir épuisées (malgré la pratique de la jachère) ; au bout de quelques années, ils vont s'installer sur d'autres zones où ce cycle destructeur recommence.

Concernant les ressources naturelles renouvelables, le résultat consécutif à de telles pratiques est le suivant :

- les savanes arborées en bon état disparaissent rapidement ; le Nord Cameroun a un besoin crucial de bois ; ceci est dû naturellement à ces techniques de défrichement incontrôlé, mais aussi aux besoins en bois sans cesse croissant des zones urbaines en expansion ; la végétation naturelle ligneuse ainsi surexploitée n'a plus la possibilité de se régénérer. Il en est de même pour les groupements pastoraux souvent surexploités ;
- les terres défrichées, dégradées (diminution de la fertilité, destruction, battance etc...), puis abandonnées, sont soumises même en plaine à une érosion d'autant plus intense, que ces sols ont été fragilisés et sont dépourvus de protection végétale ; ceci est aggravé par le caractère très violent des précipitations ;
- les terroirs montagnards minutieusement aménagés en terrasses, voient avec leur abandon, les investissements de plusieurs générations réduits à néant, en l'espace de quelques années, par l'érosion ;
- l'efficacité des précipitations dans la recharge des réserves en eau du sol diminue ; en effet en l'absence d'un couvert végétal en bon état et d'un horizon superficiel organique du sol bien structuré, les eaux s'infiltrent mal ; le ruissellement et la part de l'évaporation du sol à l'évapotranspiration réelle s'accroissent ; enfin l'érosion conduit à une diminution du stockage de l'eau dans le sol (diminution de la réserve utile).

En conclusion l'ensemble de ces pratiques conduit à un renforcement des nuisances liées à l'aridité d'origine climatique, et c'est dans ce contexte de déséquilibres biologiques que notre équipe s'est vue confier des études sur deux contraintes majeures du développement agro-sylvo-pastoral à savoir :

- l'insuffisance et la mauvaise gestion des ressources en eaux, leur maîtrise ;
- la dégradation des ressources en sols suite à une utilisation souvent inappropriée.

La finalité de ce programme est donc de pouvoir fournir aux aménageurs du milieu rural, des documents, cartes, études permettant de les guider dans leur choix. De telles études sont attendues, par exemple, des réponses aux questions suivantes :

- compte tenu de la pluviosité annuelle (hauteur et intensité), quelle sera la quantité d'eau qui rechargera les réserves hydriques des différentes unités de milieu (unité complexe : sol-plante-occupation des terres) ?
- quelle sera la partie de l'eau infiltrée dans le sol effectivement disponible à la végétation, en fonction des caractéristiques physico-hydriques du sol ?
- peut-on connaître en fonction des longues séries pluviométriques le calendrier probable des disponibilités en eau pour la végétation (suivi des bilans hydriques en conditions naturelles, en mode synchrone et diachronique), ainsi que sa variabilité ?

- pourra-t-on avoir une appréciation de la sensibilité relative à l'érosion hydrique des différents milieux, vis-à-vis de tel ou tel mode d'exploitation du milieu par l'homme et ses animaux, afin de limiter les risques de dégradation grâce à une localisation optimale des aménagements ?

Dans un premier temps, sans prétendre cerner la totalité des problèmes, nous pensons pouvoir aider les décideurs et apporter une amélioration dans les choix qu'ils feront en matière de localisation dans le temps et dans l'espace, et des spéculations qu'ils retiendront. Par ailleurs, ce type d'étude devrait permettre de valoriser les cartographies pédologiques existantes par l'expression thématique des ressources en sols (cf. PONTANIER et KOTTO-SAME 1982), améliorer nos connaissances sur les processus et les déclenchements de l'érosion et du ruissellement sur les bassins versants, en vue de leur aménagement. En effet, en comparaison de certaines zones arides, les ressources en eau du Nord Cameroun sont relativement abondantes, mais elles sont très mal gérées et une grande partie est gaspillée, en l'absence de dispositif permettant leur utilisation durant toute l'année.

Enfin, nous espérons dans le futur pouvoir nous associer à des phytosociologues, étudiant la dynamique de la végétation afin de pouvoir globaliser notre approche.

## 2 MATERIEL ET METHODE

Pour mener à bien cette tâche, nous ne disposons pour l'instant que de cartes d'inventaires des sols à moyennes et petites échelles (1/100.000 et 1/200.000) comportant très peu d'indications sur les caractéristiques physico-hydrauliques des sols (états de surface en particulier), aucun renseignement sur leur régime hydrique, encore moins sur leur sensibilité à la dégradation et à l'érosion hydrique, des cartes de végétation à 1/200.000 (sans estimation de couvert et d'évaluation de biomasse au cours de la saison de végétation), et quelques séries de longue durée de pluies journalières (40 ans) et une série pluviographique de 4 ans à Maroua. Ainsi dans un premier temps nous nous sommes principalement attachés, sur quelques milieux représentatifs de la Province de l'Extrême Nord à étudier (1) l'efficacité des pluies dans la recharge des réserves en eau du sol, (2) caractériser les régimes hydriques en conditions naturelles, (3) à essayer de classer les terres en fonction de leur sensibilité à l'érosion hydrique. Nous ne traiterons ici que les points (1) et (3), et illustrerons notre approche par des exemples pris dans la région de Maroua (Mouda).

### 2.1 L'efficacité des pluies pour la recharge des réserves en eau du sol

La production végétale de l'agriculture, des parcours et des formations ligneuses de la province de l'extrême Nord est essentiellement limitée par un bilan hydrique très déficitaire à certaines périodes de l'année. Les climats de type sahélien qui prévalent dans ces zones Soudano-sahéliennes sont caractérisés par une pluviosité concentrée essentiellement pendant 4 à 5 mois (mai à septembre). Suivant les régions, le déficit théorique hydrique annuel est compris entre 700 et 1 200 mm. Si la période de juin à septembre présente un bilan hydrique régional (P-ETP) fortement excédentaire, il nous faut constater qu'il y a très peu de

report d'eau pour une saison sèche qui dure 7 à 8 mois, si bien que la saison agricole, mis à part quelques situations privilégiées (zones de bas-fonds inondables, ou pratique de l'irrigation), se limite approximativement à la saison des pluies.

Il y a donc en théorie suffisamment d'eau pour assurer une campagne agricole qui n'excède pas 5 voir même 4 mois. En fait ce schéma simpliste, est fortement perturbé par la variabilité de la pluviosité (en matière de dates d'occurrence, de hauteurs, et d'intensités) et une grande diversité des formes édaphiques : certaines zones perdent énormément d'eau par ruissellement. Ainsi, nous voyons que la sécheresse théorique d'origine climatique peut-être fortement modulée dans le sens d'une aggravation ou d'une réduction par les différentes formes du milieu : ceci nous conduit donc au concept d'aridité édaphique (FLORET et PONTANIER 1982, 1984) dont la répartition spatiale et temporelle est différente de celle définie uniquement par le climat. L'utilisateur du milieu naturel, doit donc tenir compte de ce concept d'aridité d'origine édaphique, essentiellement liée aux différents régimes hydriques des terres.

Nous rappellerons que la pluie efficace ( $P_e$ ), est la partie des précipitations qui recharge effectivement les réserves en eau du sol, dont une partie est accessible aux végétaux ; elle est définie par (PONTANIER et KUOH 1981) :

$$P_e = P - R - D \quad \text{où}$$

$P$  = hauteur d'eau précipitée

$R$  = hauteur d'eau perdue ou apportée par ruissellement

$D$  = hauteur d'eau perdue ou apportée par drainage oblique ou verticale.

Le coefficient d'efficacité ( $K_e$ ) de la pluie pour la recharge des réserves en eau du sol est représenté par :

$$K_e = \frac{P_e}{P}$$

$P_e$  et  $K_e$  dépendent essentiellement :

- 1) des caractéristiques de la pluviosité (hauteur, durée, intensité) ;
- 2) de l'occupation des terres (utilisation, état et structure du couvert végétal ; forme de l'enracinement etc... COLLINET et VALENTIN 1979)
- 3) des caractéristiques du milieu édaphique et en particulier de :
  - texture et structure de l'épipédon
  - état de la surface (battance, porosité, micromodelé, fentes, etc... VALENTIN 1981, 1983)
  - épaisseur du sol meuble et de sa porosité (N'GOMA 1983)
  - état d'humidité du moment
  - pente etc...

## 2.2 La sensibilité des sols à l'érosion hydrique

Si le manque d'eau est le facteur limitant principal du développement de la production végétale du Nord Cameroun, la dégradation des sols suivie de l'érosion hydrique deviennent très préoccupantes. En effet, avec le développement d'une agriculture spéculative, l'agriculteur tend à demander de plus en plus à ses terres sans prendre le soin de leur restituer un minimum garantissant le "capital sol" ; les terres se dégradent (baisse des taux de matière organique), se destructurent, puis s'érodent ; ces processus risquent d'aller en empirant dans les secteurs où la motorisation et

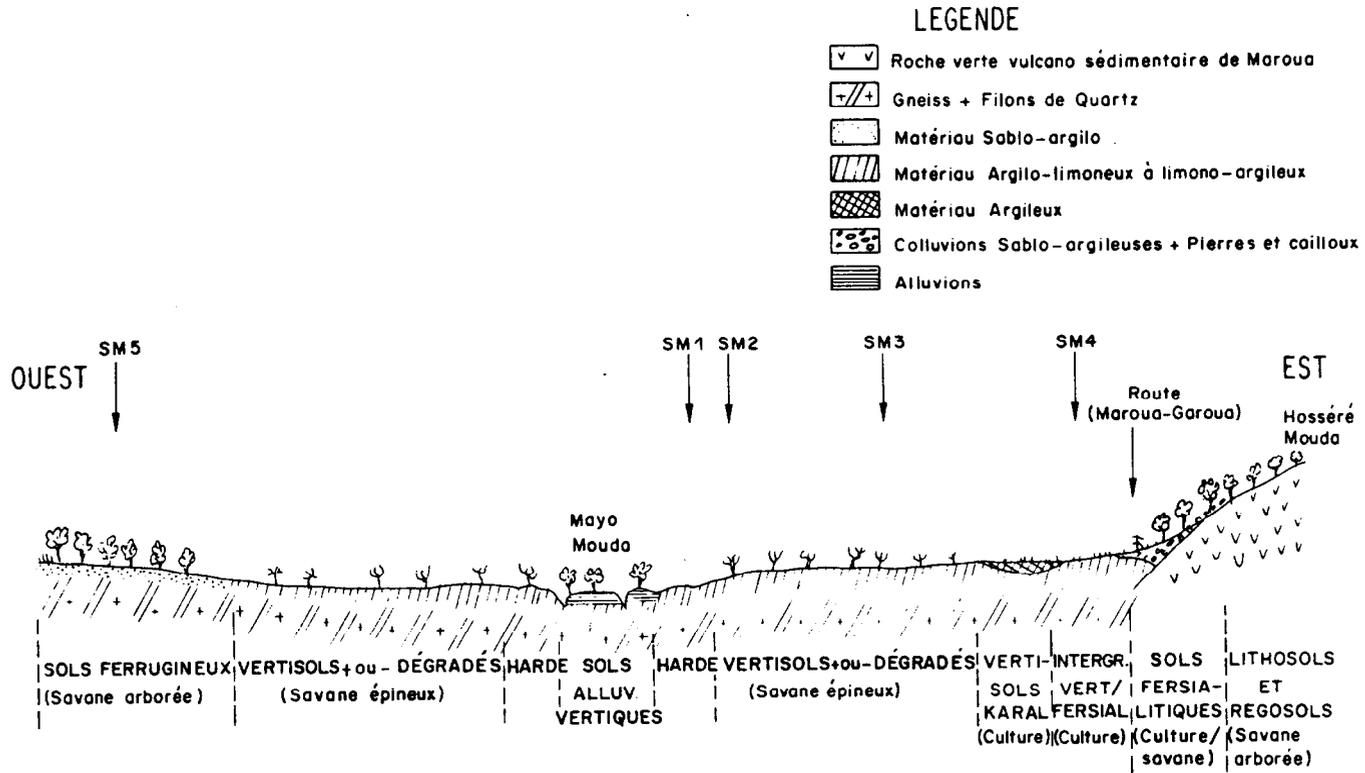


Fig. 1 SITES DE MESURES A MOUDA - COUPE SCHEMATIQUE

l'intensification sont apparues. Là encore, comme pour les problèmes d'aridité, il convient pour étudier ces problèmes de dégradation et émettre des solutions, de ne pas porter un jugement global, mais de dégager cas par cas, afin de mettre en garde les utilisateurs, la notion de sensibilité du sol à l'érosion hydrique.

Celle-ci est cependant un concept complexe ; si chaque type de sol a une sensibilité propre (ou intrinsèque) à l'érosion hydrique (ex. un sol ferrugineux sableux, peu structuré, battant est plus sensible qu'un vertisol), cette sensibilité peut être modulée par la pente et/ou par le type d'utilisation qui en est faite par l'homme etc... D'une façon générale, la sensibilité globale d'une terre à l'érosion dépend donc :

- 1) du type et des caractéristiques du sol,
- 2) du type d'occupation des terres, et végétation (état de dégradation),
- 3) de l'attractivité de cette terre exercée sur l'homme ou ses animaux.

### 2.3 Les sites de mesures

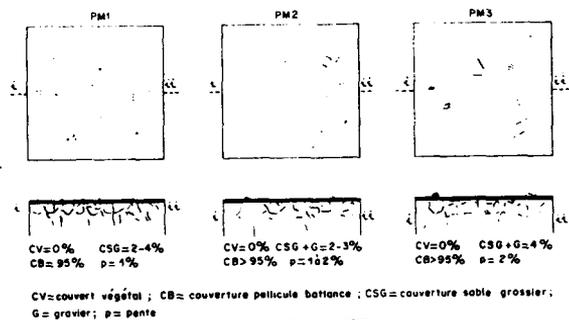
Les sites de mesures sont localisés le long d'un transect représentatif de la répartition des sols dans le Diamaré ; le schéma de la figure n°1 nous donne un aperçu de celle-ci. Le substrat est constitué d'une extrusion de roche volcanique (série de Maroua) au sein du socle constitué de gneiss et localement de micaschistes ; sur cet ensemble le type de sol dominant est vertisolique, avec tous les faciès de dégradation avec deux exceptions : 1) à l'est une série fersiallitiques sur les colluvions de roches vertes, présentant un intergrade vers les vertisols et 2) à l'ouest des sols ferrugineux tropicaux lessivés sur les bombements gneissiques de la pénéplaine.

Dans l'ensemble les terres de ce transect sont peu utilisées : belle savane arborée à l'ouest pas trop exploitée, savane à épineux localement surpaturée dans la partie centrale, avec une galerie le long des mayos du centre de la gouttière, beaux peuplements à Boswellia ssp sur les hauteurs de l'est. La zone cultivée est en bordure de route, et localement à l'ouest sur les ferrugineux. Dans ce qui suit, nous décrivons les cinq sites choisis, ainsi que les trois parcelles de 1 m<sup>2</sup> représentatives de chacun d'entre eux, en insistant sur les aspects de la surface du sol.

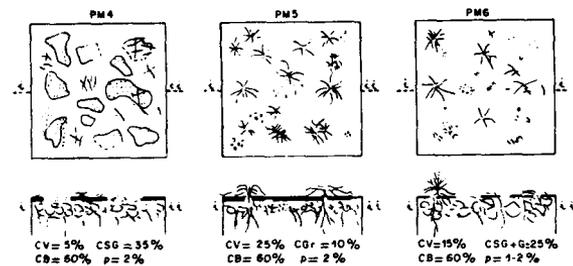
#### 2.3.1 Les milieux "hardé" (SM 1)

Le site, représenté par les parcelles PM1, PM2, et PM3, est localisé en bordure du glacis à proximité de l'axe de drainage de la cuvette de Mouda, dans un paysage très dégradé : sol érodé, en nappe, griffes et ravines, végétation très clairsemée, le tout prenant un aspect de bad-lands vers le mayo.

L'originalité de ce site est la présence d'une pellicule de battance généralisée, renforcée localement par la présence de lichens ou d'algues de couleur sombre. La surface ne présente aucune aspérité sur les 3 parcelles de mesures, et est dépourvue de toute végétation ; la figure n°2 donne un aperçu de celle-ci, qui est caractéristique des zones "hardé". Le ruissellement en saison des pluies y est très actif, et tend à "glacer" la surface.



## SITE SM1 HARDE



## SITE SM2 VERTISOL TRES DEGRADE

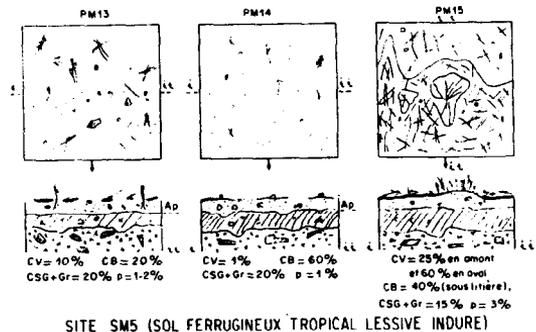
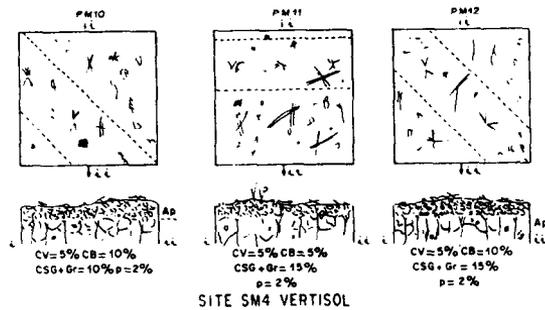
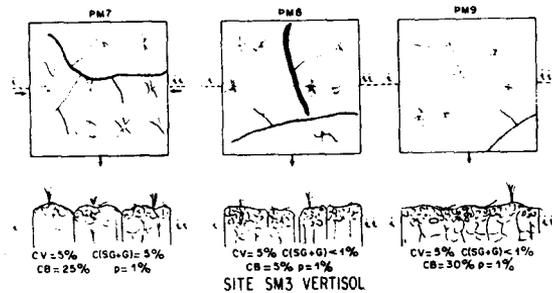


FIG. N° 2 ETAT DE LA SURFACE DES SITES DE MOUDA  
(AVRIL 1983)

Le sol de ce site, est principalement constitué d'un horizon (0.20 cm), limono-sableux (un peu plus sableux entre 0 et 5 cm), très compact, peu poreux ; la structure massive est à débit polyédrique moyen ; une tendance vers une structure prismatique, en colonnettes apparait vers 5 cm. A partir de 20 cm, la texture devient sablo-argileuse à argilo-sableuse, la structure tend à devenir plus prismatique, mais reste faiblement développée ; l'ensemble est compact et peu poreux. Au delà de 60 cm on note dans le même horizon argileux la présence de nombreux nodules calcaires. Ce sol présente des caractères d'halomorphie classiques de la région.

### 2.3.2 Les vertisols dégradés (SM 2)

Ce milieu sur le plan physiognomique est proche du précédent. La surface des trois parcelles retenues est plane, mais moins lisse que sur le site SM<sub>1</sub>. En effet la pellicule de battance, noirâtre, est moins développée (60% de recouvrement), et alterne avec les plages sableuses (pseudo-sables ?) et des pailles de graminées dont les pieds créent de petites aspérités de 1 à 2 cm de hauteur (cf. fig. n°2). Sur la pellicule, on note la présence de gravillons, de nodules calcaires, et de gravier quartzeux, l'ensemble étant libre et non incorporé dans la pellicule. Sous celle-ci se développe un micro-horizon de 5 à 10 mm d'épaisseur, sableux, énoyant les premiers agrégats polyédriques argileux d'un vertisol bien structuré jusqu'à 28 cm. Au-delà celui-ci devient très massif et compact, et présente de nombreux nodules calcaires. Les caractères vertiques de ce sol sont peu marqués (fente, structure etc.) ; il est fortement dégradé, et peut présenter certaines tendances de sols à alcalis.

### 2.3.3 Les vertisols (SM 3)

Le site est localisé à mi-pente du glacis reliant le hoseré Moudé au Mayo Mouda. Le paysage est constitué par une belle savane graminéenne à couvert dense en début de saison sèche, d'une hauteur de 50 à 80 cm, ponctuée essentiellement d'épineux Acacia Seval, Balanites aegyptiaca et Ziziphus ssp. La zone n'est pas cultivée mais parcourue par les boeufs. En fin de saison sèche, la couverture graminéenne annuelle est réduite à 5-10% du couvert et se présente sous forme de litière et de reliquat de chaumes très courtes (cf. fig. n°2).

La grande originalité de ce milieu est qu'il présente dès le mois de novembre/décembre, une surface craquelée par des fentes, et bosselée (relief gilgai). Ces fentes dont certaines peuvent atteindre plusieurs cm de largeur et plusieurs dizaines de cm de profondeur développent un réseau continu et généralisé sur l'ensemble de cette zone qui représente par ailleurs un drainage externe moyen. Sur ce type de milieu, nous trouvons localement des éléments de pellicules de battance sur des surfaces n'excédant pas le dcm<sup>2</sup>.

Par rapport aux sites précédents les différences portent essentiellement sur l'abondance des fentes, sur l'irrégularité du micro-relief et sur le faible couvert de la pellicule de battance (25 à 30%).

Le sol est un vertisol modal, très bien structuré à l'état sec dans les 25 premiers cm ; la structure en restant excellente, s'élargit vers le fond. Le sol devient nettement compact à partir de 60/70 cm avec l'apparition de nodules calcaires. La macroporosité est excellente à l'état sec

sur 50 cm. Lors des premières pluies, ces sols à montmorillonite ferment très rapidement leur macroporosité, et l'eau stagne assez longuement avec engorgement de surface.

#### 2.3.4 Les vertisols cultivés au contact des sols fersiallitiques (SM 4)

Les parcelles PM10, PM11, PM12 de ce site sont implantées sur une zone au contact des sols fersiallitiques et des vertisols. Elle est fortement anthropisée : parc à Acacia albida (Faidherbia) cultivé en coton, arachide, niébé, sorgho. En avril 1983 le précédent cultural était le coton et la zone était soumise à un parcours intensif, à base d'ovins, constitué de résidus de culture et de gousses d'acacia.

La surface des différentes parcelles, cultivées durant l'été 1982, et piétinées par les animaux, de nature argileuse, présente une couche de terre pulvérulente d'un recouvrement approchant 75% avec quelques plages de battance (5 à 10%). Les éléments grossiers, essentiellement de roche verte volcanique, représentent environ 1° à 15% du couvert. Il y a peu de litière (5%) composée essentiellement de fécès, de brindilles et de capsules de cotonniers. La pente est de l'ordre de 2 à 3% et la surface présente un micromodelé, ancien buttage de cotonniers dont l'amplitude n'excède pas 3 à 4 cm. Malgré le caractère vertique des sols, il y a peu de fentes dont la largeur est de l'ordre du millimètre.

A l'exception de la surface très déstructurée par le piétinement et localement la battance, le sol argilo-limoneux est caractérisé par un horizon de travail Ap d'une dizaine de cm fortement structuré (polyédrique moyen) et poreux à l'état sec, passant à une structure plus large (prismatique et cubique) jusqu'à 45 cm. A partir de là l'ensemble devient plus massif, compact, peu poreux et présente des nodules calcaires. Il s'agit d'un vertisol.

#### 2.3.5. Les sols ferrugineux (SM 5)

Ce site diffère fondamentalement des autres sur le plan écologique. Situé sur un bombement gneissique, à filons de quartz, de la pénélaine, il est représentatif du climax ferrugineux de la zone. Par ailleurs, l'intérêt de ce milieu est lié au fait que les paysans peuvent le cultiver dès le début de la saison des pluies, en raison d'une texture d'ensemble plus légère qui permet un démarrage très rapide de la période de végétation.

Les parcelles ont été implantées au contact culture-savane : deux (PM13, PM14) dans une jachère de l'année de sorgho-rouge, et une (PM15) en savane non cultivée mais post-culturale.

La surface des parcelles cultivées est légèrement bosselée, sableuse avec 20 à 25% de graviers, pierres et blocs (quartz, éléments de cuirasse) ; suivant le piétinement des animaux, la pellicule de battance est plus ou moins développée (20% en PM13, 60% en PM14). Le couvert végétal (chaume et résidus de culture) est faible (maximum 10% en PM13).

La parcelle en zone non cultivée, présente une pente de 3% et est caractérisée par une végétation abondante, touffe graminéenne et litière (cf. fig. n°2) ; en fait, la litière n'est pas incorporée au sol (matière sèche de la saison) et repose directement sur une pellicule de battance généralisée sauf à l'emplacement des touffes qui créent des buttes de terres dont la hauteur atteint une dizaine de cm.

Le sol de ce site à l'exception des différences dans les aspects de surface est homogène et est constitué d'un horizon de 10 à 20 cm d'épaisseur, sableux avec une forte proportion d'éléments grossiers, suivi d'un horizon illuvial plus argileux avec éléments grossiers, passant entre 25 et 40 cm à un horizon à gravillons ferrugineux, pris dans une matrice argileuse, qui à l'état sec a tendance à s'indurer. La porosité d'ensemble est bonne ; l'horizon d'altération se trouve entre 1 et 1,30 m.

## 2.4 La méthode

### 2.4.1 L'approche méthodologique

Elle consiste sur une surface élémentaire de 1 m<sup>2</sup> représentative du milieu naturel retenu (type de sol, type de surface, type d'occupation des terres, structure du couvert végétal etc...), à mesurer la quantité d'eau infiltrée (pluie efficace dans la recharge des réserves en eau du sol), d'une averse ou d'une série d'averses dont on contrôle toutes les caractéristiques (hauteur précipitée, durée, intensité, intervalle entre deux averses etc;). Cette mesure de l'infiltration se fait indirectement par la mesure du ruissellement (l'évaporation étant considérée comme négligeable pendant l'averse) dont on contrôle les débits et les volumes tout au cours de la simulation (1).

La sélection des caractéristiques des averses (hauteur, intensité, durée, séries d'averses etc...) se fait sur la base de l'analyse des postes pluviographiques et pluviométriques de longue durée de la région et constitue la base du protocole expérimental. Par ailleurs, sont suivies par la méthode du bilan d'eau des sols (humidimètre à neutrons, ou méthode gravimétrique de la mesure de l'humidité), la dynamique d'humectation des sols, ainsi que celle de leur ressuyage et de leur dessèchement.

Simultanément, aux cours de ces simulations, des mesures sur la turbidité des eaux de ruissellement, sur le charriage sont effectuées à l'échelle de cette surface élémentaire et nous permettent d'avoir une appréciation sur l'érodibilité ou la sensibilité des terres à érosion hydrique. (1)

L'ensemble des techniques mises en oeuvre pour approcher ces deux notions d'efficacité des pluies et de sensibilité à l'érosion est simple et classique et est couramment usité par les hydrologues, agronomes et pédologues.

L'avantage de la méthode est qu'elle permet avec un minimum de moyens et dans un minimum de temps de cerner parfaitement les problèmes, et ceci sur un maximum de milieux ; en outre elle paraît parfaitement adaptée au milieu de savane.

La conception de l'appareillage est, pour l'essentiel, due à l'équipe du laboratoire expérimental des sols de l'ORSTOM en Côte d'Ivoire (ASSELINE et VALENTIN 1978, ASSELINE 1981, CASENAVE 1982 etc...). Nous ne nous étendrons pas sur celui-ci ; rappelons cependant qu'ils consiste pour chaque point de mesures, en l'installation au sol d'un cadre métallique carré délimitant la surface élémentaire de 1 m<sup>2</sup> à tester, et équipée en vue du recueil du ruissellement ; l'écoulement est libre (pas de mise en charge) et est collecté vers une cuve équipée d'un limnigraphe de laboratoire. La mesure des transports

-----  
(1) Cette approche méthodologique largement utilisée est mise en oeuvre depuis quelques années en Afrique de l'Ouest et Centrale. cf. ROOSE (1977), VALENTIN (1978, 1981, 1983), COLLINET et VALENTIN (1979, 1984), CASENAVE (1982), CHEVALLIER (1982), N'GOMA (1983), MAHOP (1983)...

solides (érosion) se fait dans la cuve et/ou à la sortie de la parcelle et/ou sur des parties aliquotes prélevées à l'entrée de la cuve.

Les contrôles d'humidité au sol se font à l'aide d'un humidimètre Solo 20, étalonné pour chaque type de sol.

#### 2.4.2 Les protocoles de simulation de pluie

Nous ne donnerons pas ici le détail des protocoles effectués à MOUDA (cf. PONTANIER et al 1984). Signalons cependant que les pluies p1, p2, p3 ont été simulées en avril 1983 et les pluies p4, p5 et p6 en janvier 84. Les averses sont composites à l'exception de p1 et p4 dites "d'humectation". Le tableau n° 1 donne leurs caractéristiques principales.

Concernant la représentativité des averses simulées par rapport à la pluviosité moyenne de Mouda, rappelons que pour la période 1954-1983 au poste Maroua-Agro, les pluies journalières égales ou supérieures à 20 mm sont au nombre de 12/an et que la pluie journalière annuelle représente une hauteur comprise entre 50 et 60 mm.

Pour les 4 années d'enregistrement pluviographiques, à Maroua-Agro, disponibles (1980-1983), on note en moyenne 12,3 averses/an (7 à 23 suivant l'année) de hauteur supérieure ou égale à 20 mm et 1,7/an de 50 mm.

En outre, notons que les averses de 20 mm et plus contribuent à près de 60 % de la hauteur moyenne annuelle et celles de 50 mm à près de 15 % (abattement fait des averses de moins de 3 mm (inefficaces pour l'agriculture).

La valeur annuelle moyenne de l'indice d'agressivité climatique de Wischmeier (R) est pour la période (1980-83) de 303 à Maroua-Agro avec des extrêmes de 473 et 155. Les pluies présentant  $R \geq 50$  ont un retour de une année sur deux, alors que  $R \geq 40$  est la caractéristique de la pluie annuelle, que  $R > 30$  survient 2 fois par an,  $R > 20$  5 fois par an et  $R > 10$ , 11 fois par an. A titre indicatif signalons que les averses d'une hauteur au moins égale à 3 mm et d'une intensité moyenne  $> 20$  mm/h contribuent à presque 70 % de la hauteur moyenne annuelle corrigée, et celles de  $I \geq 30$  mm/h à 50 %, alors que celles présentant  $I \geq 50$  mm/h ne représentent que 20 %.

Nous avons donc ainsi simulé à Mouda des pluies p1, p2, p3, p4, p5, p6 caractérisées par des indices d'agressivité climatique R représentant respectivement les périodes de retour 2 par an, 1 par an, 17 à 11 par an, 0,8 par an, et 1 année sur 2.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'ensemble des résultats est présenté par ailleurs sous forme de listes et tableaux (PONTANIER et al 1984) ; nous essayons ci-dessous d'en faire une synthèse en ce qui concerne les deux variables que nous testons.

TABLEAU 1 : Caractéristiques des averses simulées à Manda

	p 1			p 2			p 3			p 4			p 5			p 6		
	I 30	H	R	I 30	H	R	I 30	H	R	I 30	H	R	I 30	H	R	I 30	H	R
PM 1	45	45	31	60	45	43	60	45	43	24	18	6	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	18	6	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	18	6	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 4	45	45	31	60	45	43	60	45	43	31	23,2	10	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 5	45	45	31	60	45	43	60	45	43	31	23,2	10	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	18	6	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 7	45	45	31	60	-	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 8	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 9	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 10	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 11	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 12	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 13	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 14	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51
PM 15	45	45	31	60	45	43	60	45	43	32	23,4	11	61	49,1	47	72	43,8	51

I 30 : Intensité maximale durant 30' (mm/h)

H : Hauteur précipitée durant l'averse (mm)

R : Indice d'agressivité climatique de Wischmeier

Tableau n° 2 : Comportement global des parcelles à Mouda

		Hauteur totale des pluies simulées (mm)	Indice d'agres- sivité clima- tique pour l'ensemble des pluies simulées -R-	Coefficient d'efficacité des pluies dans la re- charge des reserves en eau %	Erosion to- tale d'une parcelle de 1 <sup>m</sup> (g.)
Harde	PM1	246	221	19	1338
	PM2*	111	104	63	383
	PM3	111	104	25	616
Vertisol dégradé	PM4	251	225	42	667
	PM5*	251	225	54	625
	PM6	111	104	34	637
Vertisol modal	PM7*	251	226	83	301
	PM8*	251	226	79	350
	PM9	251	226	70	211
Culture coton	PM 10*	251	226	74	1012
	PM 11*	251	226	74	608
	PM 12	251	226	55	627
Sol ferru- gineux	PM 13	251	226	59	227
	PM 14*	251	226	62	700
	PM 15	251	226	53	226

\* parcelle labourée au moins une fois.

### 3.1. Efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol

#### 3.1.1 Analyse globale

Sur l'ensemble des 15 parcelles nous avons essayé de corréliser le coefficient d'efficacité de la pluie ke%, avec (R. WISCHMEIER), le pourcentage de couvert de la pellicule de battance (CBZ), et le déficit relatif en eau par rapport à la capacité au champ des 10 premiers centimètres du sol (DDCZ)(1), ceci pour les parcelles qui n'avaient pas été travaillées.

La corrélation s'établit ainsi pour n = 63 :

$$ke = 104 - 0,92 R - 0,68 CB + 0,246 DDC \quad r^2 = 0,721$$

(avec  $100 > ke > 7\%$ ,  $6 < CB < 95\%$ ,  $7 < DDC < 92\%$  et  $6 < R < 51\%$ )

Malgré le bon degré de signification de cette corrélation et surtout désireux de caractériser chaque milieu, nous avons fait des tentatives de corrélation  $ke = (R)$  par site.

#### 3.1.2. Influence du type de milieu sur ke

Le tableau n°2 montre que suivant le milieu ke varie énormément ; ainsi pour 246 mm précipités avec R = 221, seulement 47 se sont infiltrés sur PM1 (sol "hardé" compact et très battant), alors que pour une séquence sensiblement identique, ce sont 176 mm qui ont pu être absorbés par PM9 (vertisol bien structuré et peu dégradé). Aussi sur chaque site ont été établies des corrélations  $ke = (R)$  (cf. fig. n°3).

Nous verrons en outre quelle est l'influence du travail du sol sur l'efficacité de la pluie.

##### - Milieu harde (SM 1)

Ce milieu est peu favorable à l'infiltration, et présente pour un RUSA moyen de 33 un ke moyen de 26%.

La corrélation  $ke = 48,5 - 0,67 R$  avec  $r = - 0,87$  a été établie pour  $6 < R < 51$ .

##### - Vertisols dégradés (SM 2)

Rappelons que ces sols sont relativement proches des précédents quant à leur comportement hydrique ; toutefois ils absorbent un peu plus facilement l'eau puisque pour R moyen = 34 ils présentent un ke moyen de 42%.

La corrélation  $ke = 99,6 - 1,67 R$   $r = - 0,88$

##### - Vertisols en bon état (SM 3)

Les sols de ce milieu sont caractérisés par des fentes importantes à l'état sec, ce qui explique les ke importants lors des pluies d'humectation.

-----  
(1)  $DDCZ = \frac{HHC - HO}{HCC}$  ou HCC = humidité à la capacité au champ et  
HO = humidité avant la simulation

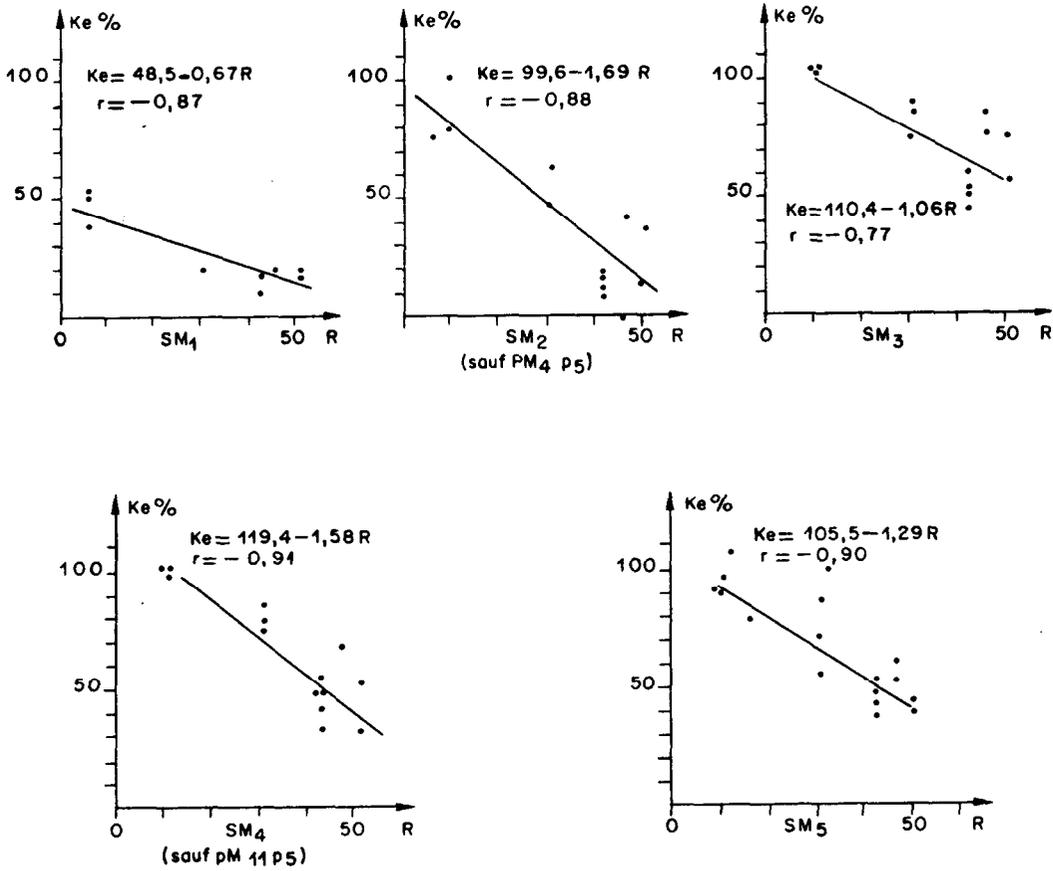


Fig. 3 Variation du coefficient d'efficacité de la pluie (Ke%) en fonction de l'indice d'agressivité climatique (R)

Parcelles non labourées

Mouda 1983-1984

Par la suite ke tend à diminuer, tout en restant bien supérieur à ceux de SM 1 ou SM 2. Les fentes mettent un certain temps à se refermer ; on a noté que le fait d'appliquer 20 mm ou 100 mm en une seule fois produit le même résultat au bout de 24 heures sur le colmatage des fentes ; aussi lors des simulations, il est ici très important d'appliquer une pluie d'humectation pour pouvoir tirer des conclusions sur l'infiltrabilité de ces sols.

La corrélation  $ke = 110,4 - 1,06 R$  avec  $r = - 0,769$

( pour  $n = 11$  et  $11 < R < 51$ ) n'est pas très bonne.

#### - Jachère de culture cotonnière (SM 4)

Le sol de ce milieu est proche de SM 3, il en diffère par la présence d'un horizon de labour, et des fentes de retrait moins développées en saison sèche.

Pour un R moyen de 33, le coefficient d'efficacité moyen de la pluie sur ces jachères de l'année est de 67%. Quant à la corrélation, établie pour  $n = 17$  et  $11 < R < 51$ , elle est hautement significative, et prend la forme suivante :

$ke = 119,4 - 1,58 R$  avec  $r = - 0,906$

#### - Sols ferrugineux tropicaux sablo-argileux (SM 5)

Il faut avouer que nous avons été surpris par le comportement hydrique de ce milieu. En présence d'horizon superficiel sablo-argileux, nous nous attendions à des valeurs plus élevées d'infiltration.

Ainsi pour  $n = 15$ , nous avons pour un R moyen de 36 un ke moyen de 60% et pour  $11 < R < 51$ , la corrélation hautement significative s'établit ainsi :

$ke = 105,5 - 1,29 R$  ( $r = - 0,904$ )

Ainsi ces sols ferrugineux que nous espérions voir absorber la quasi totalité des averses, ont un comportement hydrique inférieur à celui des vertisols ; il faut cependant reconnaître qu'ils sont très battants et fortement déstructurés.

### 3.1.3. Influence de l'état de surface du sol

Nous avons vu l'importance du couvert de la pellicule de battance. En fait il ne s'agit que l'un des éléments de l'état de surface. A défaut de mesures systématiques de ces états de surface comme cela est réalisé en Tunisie (ESCADAFAL 1981), nous nous sommes limités à l'évaluation des valeurs du couvert battance au végétal pour 12 parcelles de Mouda avant pl.

Ainsi on a pu corréler les coefficients de ruissellement  $kr(1)$  pour cette pluie pl ( $hp = 45$  mm,  $I30' = 45$  mm/h,  $R = 31$ ), à une variable composite :

$(C.B-V)Z =$  couvert battance - couvert végétation

dont les deux termes sont antagonistes.

Ainsi pour  $\bar{m}$   $C.B-V = 41\%$ , on observe sur les 12 parcelles et pour cette pluie pl un coefficient de ruissellement moyen de 32% et une corrélation pour  $10 < C.B-V < 81$  et  $12,2 < kr < 80,8$

$kr = 0,85 C.B-V - 3,04$   $r = 0,975$

-----  
 $kr = 100 - ke$

Notons le haut degré significatif de cette corrélation, et l'intérêt qu'il y a pour nous à améliorer nos techniques d'investigation dans le domaine de la surface du sol, et du couvert végétal.

### 3.1.4. Influence du travail du sol

Au cours de nos différents essais, nous avons vu que le travail superficiel du sol (manuel), en brisant la pellicule de battance, et en créant une certaine rugosité à la surface du sol, améliorait de façon importante l'infiltration de l'eau. Ainsi pour l'ensemble des simulations des parcelles labourées (n = 15), pour un indice d'agressivité climatique moyen des pluies simulées de 47, le coefficient d'efficacité moyen est de 78%. Le labour a amélioré donc considérablement l'infiltration de l'eau.

Ces résultats concernant l'amélioration grâce au travail du sol doivent être analysés par type de milieu (cf. tableau n°3).

Tableau n°3: Amélioration relative de  $k_e$  en fonction du travail du sol pour  $\bar{m} R = 47$

	Hardé SM 1	Vert. dégra. SM 2	Vertisols SM 3	Jachère coton SM 4	Sols fer. SM 5
ke moyen sans travail (%)	21	41	69	54	44
ke moyen avec travail (%)	65	82	92	75	71
Amélioration relative de ke (%)	209	100	33	39	61

Comme on pouvait s'y attendre l'amélioration relative est surtout nette sur les milieux très dégradés (hardé et vertisols dégradés). Signalons que le travail sur les parcelles a toujours été effectué derrière la pluie dite d'humectation (pl ou p4), la "préparation" du sol sec s'étant avérée impossible. Il semble par ailleurs que l'effet du labour n'a d'effet que pendant une seule pluie, et que les phénomènes de battance réapparaissent très vite, surtout si le sol est soumis à des pluies agressives ( $40 < R < 50$ ).

### 3.1.5. Conclusions

Ces premières tentatives de mesure de l'efficacité des pluies dans la recharge des réserves en eau d'un sol soumis à des averses simulées font apparaître les résultats suivants :

- la totalité des milieux testés perdent de l'eau par ruissellement ; en fonction de l'importance, de la violence de l'averse, et du type de milieu ;

ces pertes peuvent atteindre plus de 80%, sur les zones où le drainage externe n'est pas déficient ;

- il semble, en première approximation, que l'ensemble des milieux drainés (à l'exception des zones "hardés") peuvent absorber la quasi totalité des pluies, présentant un indice d'agressivité climatique R inférieur à 10. Ceci représente en moyenne une hauteur infiltrée annuelle voisine de 300 à 400 mm, sur laquelle l'aménagiste peut au moins compter ; à ceci s'ajoute une proportion plus ou moins forte du reste des précipitations ;
- le travail du sol améliore de façon considérable l'infiltration de l'eau ; mais ses effets sont de courtes durées ;
- les sols cultivés depuis longtemps, épuisés peut-être, sont plus battants que leurs homologues non cultivés et présentent un comportement médiocre à l'infiltration, malgré le travail du sol (cas des sols ferrugineux de GAZAL) ;
- l'état de surface apparait comme un élément prépondérant du comportement hydrique. Malheureusement nous n'avons pu étudier cet aspect dans le détail. Il est évident que la poursuite des travaux de ce type est lié au démarrage d'études dans les domaines (1) état du couvert végétal au moment de la pluie (structure, biomasse, etc...) et (2) caractérisation des états de surface (typologie des différents éléments, caractérisation macroscopique et microscopique etc...) ;
- l'état hydrique de l'horizon de surface du sol est aussi un aspect important à prendre en compte ; en principe plus l'horizon de surface est proche de la saturation, plus le sol au-delà d'un certain seuil d'intensité aura tendance à ruisseler (intensité d'infiltration). Le dispositif que nous avons mis en place pour ce suivi (sonde SOLO 20) ne nous satisfait qu'en partie, la précision de l'appareillage vers la surface nous apparaissant insuffisante.

### 3.2 La sensibilité des sols à l'érosion

La sensibilité des sols à l'érosion hydrique est assimilée dans cette étude à la mesure de l'érosion sur une surface élémentaire de 1 m<sup>2</sup>, il est évident qu'à cette échelle les problèmes liés à la longueur des pentes, cumul du ruissellement, transport etc... sont totalement ignorés. Néanmoins nous pensons que les mesures effectuées nous permettent de classer les milieux les uns par rapport aux autres.

Le tableau n°2 montre que dans l'ensemble les milieux qui perdent le plus d'eau par ruissellement sont ceux qui s'érodent le plus, exception faite des parcelles travaillées. Rappelons que les chiffres obtenus ici doivent être utilisés pour l'instant avec beaucoup de précautions ; les mesures concernent uniquement le poids des particules, de sol, arrachées ou détachées par des gouttes de pluie ; l'érosion, due au ruissellement n'est que très partiellement prise en compte ici, puisque tout au plus a-t-on pu observer quelques filets d'eau et un semblant de "ruissellement en nappe" dans les deux derniers décimètres vers l'aval des parcelles. Alors peut-on parler d'érosion ? Si on accepte on pourra donc dire que les sols de la zone de Mouda pour 250 mm précipités (R = 226) en 6 pluies, ont perdu 13,4 t/h pour les hardes, contre 2,1 t/ha pour les vertisols en bon état.

Si l'on veut parler de sensibilité à l'érosion hydrique, on classera les sols de la manière suivante, en allant des moins sensibles au plus sensibles : vertisols modaux en bon état, à égalité avec les ferrugineux non cultivés, ensuite vient un groupe comprenant les jachères à coton et les vertisols dégradés, enfin très sensibles : les Hardés.

Sur les parcelles non travaillées nous avons tenté d'établir une corrélation entre le transport solide en suspension et la hauteur de la lame ruisselée, pour chaque pluie. Nous n'avons pu la réaliser pour l'érosion totale, le charriage pour p1, p2, p3 ayant été mesuré globalement.

Ainsi nous avons :

$$Ts \text{ (g/l)} = 16,2 + 0,41 \text{ hr} + 0,06 \text{ h}^2r \quad (r^2 = 0,62)$$

Avec 62% de la variance expliquée cette corrélation est significative ; peut être pourrait-elle être améliorée si nous pouvions introduire des variables portant sur l'état ou la stabilité de la structure.

Concernant les aspects qualificatifs des produits de l'érosion, nous n'avons que peu de résultats pour l'instant. Il est indispensable de faire des bilans sur les matières organiques tout comme sur les matières physiques.

Pour les parcelles "labourées" on constate que le travail du sol tend à augmenter sa sensibilité, même s'il limite le ruissellement. En particulier nous avons été frappés par l'extrême fragilisation, dû au binage, des sols à coton (SM 4) et des sols ferrugineux. Ainsi pour 251 mm précipités avec R = 226, la parcelle PM10 travaillée respectivement avant p3, p5 et p6 a été érodé de 1012 g (représentant 10,12 tonnes/ha), alors que pour les mêmes averses le témoin s'érodait de la moitié, bien que présentant un coefficient de ruissellement supérieur de 34%.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ces premières campagnes de simulation de pluie, conçues pour l'étude de l'efficacité des pluies dans la recharge en eau des réserves hydriques du sol et de la sensibilité du milieu naturel à l'érosion hydrique, en zone soudano-sahélienne, appellent les remarques suivantes.

1) On a vu que tous les milieux étudiés perdent, dans certaines conditions, plus ou moins d'eau par ruissellement. En fait, il s'agit de milieux bien drainés, et il ne faut pas perdre de vue que si une partie de ces eaux de ruissellement rejoint le réseau hydrographique, une partie importante peut s'infiltrer progressivement à l'aval ; donc sur un milieu drainé situé, à mi-pente de la toposéquence générale, on doit avoir tendance à sous estimer ke. Seules des études sur bassin versant peuvent nous dire de combien. Aussi gardons nous bien pour l'instant d'extrapoler ces chiffres à l'échelle régionale tant que nous n'aurons pas cerner les problèmes de recharge liées aux eaux de ruissellement, sur les glacis, les pentes, les zones endoréiques et alluviales.

2) Concernant les notions d'aridité climatique et d'aridité édaphique, nous constatons que, même si certaines zones présentent des conditions d'aridité diminuées par les apports par ruissellement, sur la plus grande partie des milieux d'une région considérée, les conditions sont en général plus drastiques que celles communément admises par les climatologues. Il est peut être trop tôt pour essayer de faire un bilan hydrique à l'échelle régionale

(manque de cartographie thématique des systèmes écologiques, insuffisance d'observations sur d'autres milieux ou à d'autres échelles spatiales et temporelles etc...), mais on peut cependant dire que globalement on sous-estime de 10 à 30% les conditions d'aridité des principaux systèmes non endoréiques et non alluviaux.

3) En fonction de ces premiers résultats on peut sur les systèmes écologiques étudiés tenter un classement provisoire des terres étudiées. Par exemple il est possible de noter en affectant la meilleure note à ke le plus fort, à la sensibilité la plus faible, et à la Réserve utile la plus forte pour les 50 premiers centimètres du sol (RU (1)). En effet, la meilleure terre (2) pour ces trois contraintes sera celle qui présentera les plus fortes aptitudes à l'infiltration et au stockage et celle qui sera la plus résistante aux agents de l'érosion (tableau n°4).

Tableau n°4 : Notation des classes d'efficacité de la pluie dans la recharge en eau du sol, et de la sensibilité à l'érosion hydrique, et de la réserve utile (pour une séquence  $hp \approx 250$  mm et  $R \approx 225$ )  
(drainage externe non déficient)

NOTE	4	3	2	1	0
Coefficient d'efficacité de la pluie (ke %)	100-80	80-60	60-40	40-20	< 20
Erosion de 1 m <sup>2</sup> (g) (Et)	< 200	200-400	400-800	800-1200	> 1200
Réserve utile de 50 cm (mm) (RU)	> 80	80-60	60-40	30-40	< 30

-----  
1)  $RU = (hcc - hpf) DA$  dz ou  $hcc =$  humidité à la capacité au champ,  
 $hpf =$  humidité au point de flétrissement et  
 $DA =$  densité apparente.

2) Il est évident que pour un classement plus complet, il sera nécessaire d'introduire une variable concernant les disponibilités en eau au cours de la saison, ainsi que certaines concernant la pente et la charge caillouteuse, le niveau trophique etc.

TABLEAU n° 5 : Essai de classement des terres en fonction de Ke, Et et RU  
(pour pluies Hp = 250 mm ; R = 225)

	SYSTEMES ECOLOGIQUES		NOTATION				Rang de classement
			Efficacité	Sensibilité	RU	Globale	
SM 1	Hardé - Très battant - Pas de végétation		0	0	3	3	13°
SM 2	Vertisol dégradé, surface battante ; pas de fentes un peu de végétation.	non cultivé	1	2	3	6	12°
		cultivé (1)	2	2	3	7	9°
SM 3	Vertisol en bon état. Bien structuré. Un peu de végétation	non cultivé	3	3	4	10	2°
		cultivé	4	3	4	11	1°
SM 4	Jachère de coton sur vertisol	non cultivé	2	2	4	8	6°
		cultivé	3	2	4	9	3°
SM 5	Jachère de sorgho sur sol ferrugineux structure peu stable	non cultivé	3	3	2	8	6°
		Cultivé	3	2	2	7	9°
	Savane herbeuse sur sol ferrugineuse. Végétation abondante. Battante.		2	3	2	7	9°
Dune Valorbe (2)	Sol ferrugineux sur sable. décuire (savane)	non cultivé	3	4	1	8	6°
		non cultivé	4	4	1	9	3°
	Sol ferrugineux sur sable. Décuire plantation forestière, entretenue par labour 1 fois/an.	Cultivé	4	4	1	9	3°

(1) cultivé manuellement avant chaque pluie.

(2) Simulations effectuées en 1985 (en dehors zone) sur sol ferrugineux peu lessivés à raies sur cordon dunaire périlacustre.

Du tableau n°5, résultant des tableaux n°2 et N°4, il ressort (a) que les vertisols, en bon état et travaillés avant la pluie, présentent le meilleur comportement à une série simulée de 6 averses relativement agressives (R = 225mm) (b) et que les zones hardés sont 5 à 6 fois plus sensibles à l'érosion hydrique, et présentent des coefficients d'efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol 3 fois moins forts. Enfin notons la "valeur" un peu décevante des jachères cotonnières et de certains sols ferrugineux, par contre celle un peu surfaite des cordons dunaires de Volorbe. Il ne s'agit évidemment que d'un essai qui demande cependant à être amélioré.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASSELINE, J., VALENTIN, ch. 1978. Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Cah. ORSTOM ser. Hyd. Vol XV, n°4 1978 : 321-349.
- CASENAVE, A. 1982. Le mini-simulateur de pluie : conditions d'utilisation et principes de l'interprétation des mesures. Cah. ORSTOM ser. Hyd. Vol XIX n°4, 1982 : 207-227.
- CASENAVE, A., GUIGUEN, N., SIMON, J.M. 1982. Etude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique tropicale. Cah. ORSTOM série Hyd. Vol XIX, n°4, 1982 : 229-252.
- CHEVALLIER, P. 1982. Simulation de pluie sur deux bassins versants sahéliens (mare d'Oursi - Haute Volta). Cah. ORSTOM ser. Hyd. : 253-297.
- COLLINET, J., VALENTIN, C. 1979. Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. Cah. ORSTOM ser. Pedol. Vol. XVII, n°4, 1979 : 235-257.
- COLLINET, J., VALENTIN, C. 1984. Evaluation of water erosion factors in western Africa using rainfall simulation Internat. symp. on challenges in African hydrology and water resource. Harare. Zimbabwe 23.27 July 84 16 p. ORSTOM Abidjan.
- ESCADAFAL, R. 1981. L'étude de la surface du sol dans les régions arides (Sud Tunisien) Recherches méthodologiques. ORSTOM / DRES Tunis 64 p. roneo ES 187.
- FLORET, ch., PONTANIER, R. 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et documents de l'ORSTOM n°150. Paris 544 p.
- FLORET, ch., PONTANIER, R. 1984. Aridité climatique, et aridité édathique. Bull. Soc. bot. Fra., 131, Actual. bot. 1984 (2/3/4), 265-275.
- MAHOP, F. 1983. 1- Etude pédologique et représentation cartographique à 1/10.000 d'une zone représentative des savanes du Centre Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. 86 p. + carte h.t.  
2- Organisations superficielles de Digonera. Esquisse à 1/50.000 du bassin de KUO 6850 ha Ouest de la Haute Volta. 14 p.  
3- Effets de différents types d'apports d'eau sur un sol peu évolué d'apport colluvial hydromorphe. Première utilisation d'un "ruisselateur" N'DOROLA (HAUTE-VOLTA)  
Rapport élève 2ème année 21 p. + ANNEXES.  
ORSTOM. Adiopodoumé. Côte d'Ivoire.

- N'GOMA, E. 1983. Etude hydro-pédologique d'un bassin versant élémentaire au contact forêt-savane (Avea- Moyenne Sanaga)  
IRA / ORSTOM - Yaoundé 88 p.
- PONTANIER, R. et KOTTO-SAME, J. 1982. Cartes des ressources en sols de quatre zones-test du Nord Cameroun. IRA Yaoundé 47 p. mult. 4 cartes h.t.
- PONTANIER, R. et MOUKOURI-KUOH, H. 1981. Propositions d'action de recherches pédologiques dans le Nord Cameroun. IRA / Nkolbisson Yaoundé. 18 p. ronéo.
- PONTANIER, R., MOUKOURI-KUOH, H., SAYLOR, R., SEINY-BOUKAR, L., THEBE, B. 1984 Comportement hydrique et sensibilité à l'érosion de quelques sols du Nord Cameroun. IRA Yaoundé mult. 76 p.
- ROOSE, E. 1977. Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. Travaux et documents de l'ORSTOM n°78. Paris.
- THEBE, B., SAYOL, R., SEINY-BOUKAR, L. 1984. Erosion et bilan hydrique Nord Cameroun. Les sites de Mouda. Données techniques. Notes techniques CRH / IRGM Yaounde. 11 p. + annexes.
- VALENTIN, C. 1978. Problèmes méthodologiques de la simulation de pluie. Colloque sur l'érosion agricole des sols. Strasbourg et Colmar 20.23 Septembre 1978. 11 p.
- VALENTIN, C. 1981. Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique (Agadez. Niger). Dynamique de formation et conséquences sur l'économie en eau. Thèse de 3ème cycle Paris 7 Unw. France.
- VALENTIN, C. 1983. Organisation superficielle de KAZANGA. Centre Sud de la Haute Volta. 13 p. roneo. ORSTOM Abidjan.
- WISCHMEIER (W.H) 1959. A rainfall index for a unwersal soil-loss equation. Agron. Eng. 38,8, pp 458.462 et 474.